MAGAZYN ELEKTRONIKI UŻYTKOWEJ

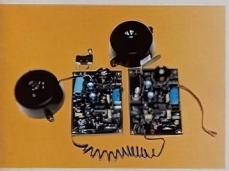
10/97

5 zł 40 gr

Październik 1997

ELEKTRONIKA dla wszystkich

▲ Mikroprocesory



▲ Alarm garażowy

▲ Sondy oscyloskopowe

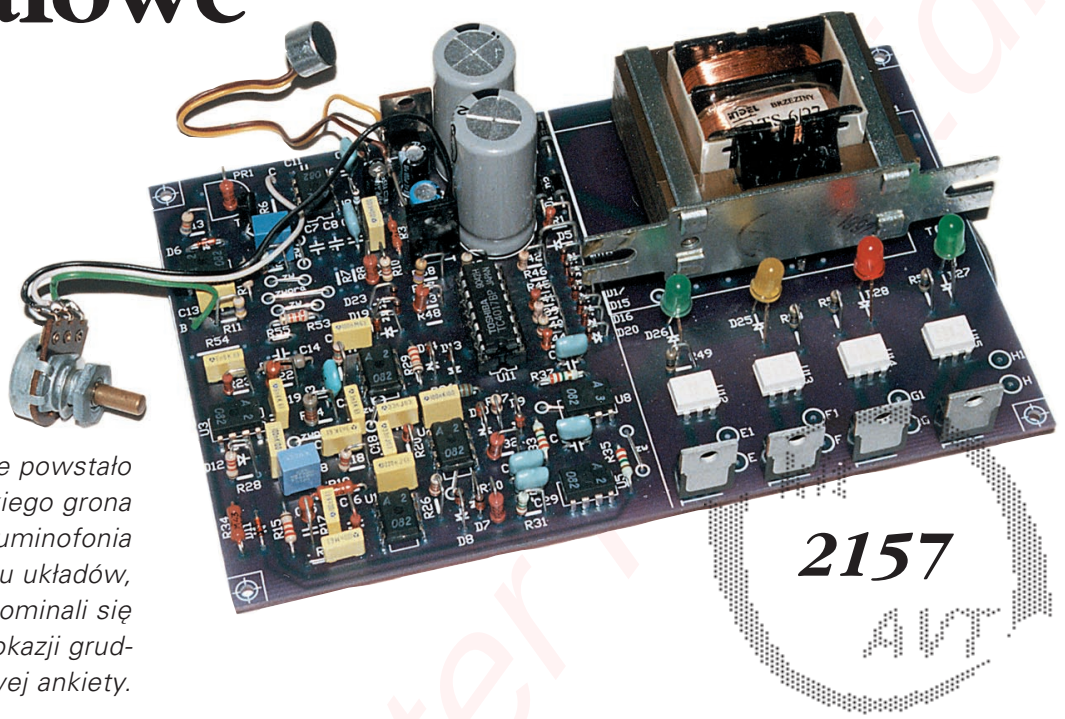
INDEKS 333 02X ISSN 1425-1698

Zegar ciemniowy

IFA Internationale Funkausstellung

ISSN 1425-1698

Urządzenie iluminofoniczne 4-kanałowe



Opisane niżej urządzenie powstało na zamówienie szerokiego grona Czytelników. Właśnie iluminofonia była jednym z kilku układów, o który najczęściej upominali się młodsi Czytelnicy przy okazji grudniowej ankiety.

Przedstawione urządzenie analizuje zawartość poszczególnych częstotliwości w sygnale audio i stosowanie do tego steruje pracą czterech różnokolorowych żarówek. Muzyce towarzyszy więc pulsujące różnobarwne światło o natężeniu proporcjonalnym do zawartości w sygnale składowych o poszczególnych częstotliwościach.

Dzięki zastosowaniu wewnętrznego mikrofonu, nie jest potrzebne połączenie przewodowe pomiędzy wzmacniaczem, a iluminofonią. Jest to istotne ze względów bezpieczeństwa.

Dużym problemem przy konstruowaniu układów iluminofonicznych zawierających triaki bądź tyrystory było i jest występowanie zakłóceń sieciowych, związanych z fazowym sposobem sterowania tych elementów. W przedstawianym układzie zastosowano układy włączające triaki w momencie przechodzenia przez zero przebiegu napięcia sieci 220V. Dzięki temu wyeliminowano konieczność stosowania filtrów przeciwzakłóceniowych, niezbędnych w układach sterowanych fazowo.

Układ w swej wersji podstawowej jest prosty do wykonania i nie wymaga regulacji. Przy zachowaniu odpowiednich środków bezpieczeństwa (związanych z występowaniem w układzie napięcia sieci), wykonania urządzenia mogą się podjąć nawet osoby, które nie do końca rozumieją działanie układu

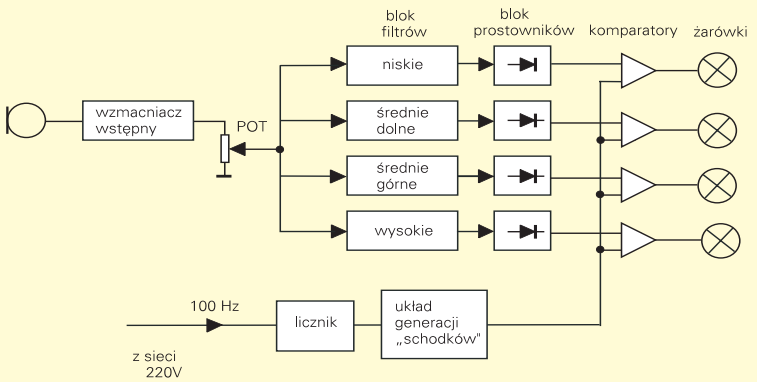
Bardziej zaawansowani elektronicy mają szerokie pole do popisu i mogą modyfikować układ, uzyskując odmienne efekty – możliwości te są opisane w końcowej części artykułu.

Zasada działania

Schemat blokowy urządzenia pokazano na rysunku 1.

Sygnał z mikrofonu jest wzmacniany i podawany na potencjometr regulacji poziomu. Sygnał z potencjometru jest podawany na filtry rozdzielające pasmo akustyczne na cztery zakresy. Sygnały z poszczególnych filtrów są prostowane i podawane na cztery komparatory sterujące za pośrednictwem triaków pracą lamp.

W prostych urządzeniach iluminofonicznych próg zadziałania komparatorów jest stały, przez co istnieją tylko dwa stany wyjściowe i dwa stopnie jasności: całkowite wyłączenie i pełne świecenie lamp. W prezentowanym układzie wprowadzono dodatkowy generator przebiegu schodkowego podobnego nieco do piły, dzięki czemu w zależności od poziomu sygnału uzyskuje się kilka stopni jasności żarówek. Takie rozwiązanie umożliwia kilkustopniową, czyli niemal płynną regulację jasności żarówek, a nie tylko ich pulsowanie.



Rys. 1. Schemat blokowy

Opis układu

Schemat ideowy urządzenia w pełnej wersji pokazany jest na rysunku 2 (patrz str.). W praktyce nie wszystkie elementy pokazane na schemacie będą montowane. Dzięki temu urządzenie w wersji podstawowej będzie prostsze i tańsze.

Układ zasilany jest napięciem symetrycznym ±12V, uzyskiwanym z kostek U9 i U10.

Urządzenie nie zawiera żadnego gniazda wejściowego. „Wejściem" sygnału jest dwukońcówkowy mikrofon elektretowy, oznaczony Mic, stąd elementy R3,R4 i C5. Sygnał z mikrofonu jest wzmacniany w dwustopniowym wzmacniaczu ze wzmacniaczami operacyjnymi U6A i U7A. Wzmocniony sygnał podawany jest na potencjometr POT.

Na wejściu wzmacniacza U7A umieszczono szereg dwójników (R7C7...R10C10). Umożliwiają one kształtowanie charakterystyki wzmacniacza. wstępnego. Chodzi o to, że w typowych nagraniach zawartość składowych o niższych częstotliwościach jest znacznie większa, niż składowych o wyższych częstotliwościach. Dla równomiernej pracy wszystkich lamp potrzebne jest więc uwydatnienie wyższych częstotliwości. Temu celowi służy wspomniana sieć dwójników RC.

W układzie przewidziano także obwód automatycznej regulacji poziomu z układem U7B i tranzystorem T1. Próby wykazały, że obwód taki nie jest niezbędny, oprócz zalet ma też wady, więc w wersji podstawowej nie będzie on montowany.

Pozostawiono jednak rezystor R5 o wartości 100kΩ, który będzie potrzebny, gdy ktoś chciałby wykorzystać obwód automatycznej regulacji wzmocnienia.

Potencjometr POT pozwala ręcznie ustawić odpowiedni poziom sygnały, tak by lampy zapalały się przy oczekiwanych poziomach głośności.

Kostka U6B pełni jedynie rolę bufora, który jest potrzebny, by filtry mające niewielką rezystancję wejściową nie obciążały nadmiernie potencjometru POT.

Filtry aktywne zbudowane są z układami U1A, U2A, U3A i U4A. Wykorzystano tu filtry z tak zwanym wielokrotnym sprzężeniem zwrotnym. W układzie występują trzy filtry środkowoprzepustowe i jeden górnoprzepustowy (z kostką U4A). W pierwotnej wersji filtr najniższych częstotliwości był filtrem dolnoprzepustowym, ale próby wykazały, że uzyskiwana stromość zboczy była za mała.

Ponieważ urządzenie będzie używane przez osoby korzystające z różnej klasy sprzętu audio, także sprzętu niezbyt wysokiej jakości, zastosowano podział pasma, pokazany na rysunku 3. Przybliżone częstotliwości środkowe filtrów wynoszą 140Hz, 420Hz i 1700Hz. Częstotliwość graniczna filtru górnoprzepustowego wynosi około 3,5kHz.

Jak widać, wybrano dość niskie częstotliwości górnych pasm, właśnie ze względu na posiadaczy sprzętu słabszej jakości, przenoszącego pasmo do co najwyżej 10kHz.

Przy projektowaniu filtrów przyjęto dobroć równą 4, co dało wystarczającą separację poszczególnych kanałów. Wzmocnienie każdego filtru wynosi 2 (+6dB).

Wzmacniacze operacyjne U1B, U2B, U3B i U4B pracują w obwodach jednopołówkowych prostowników aktywnych. Dzięki zastosowaniu prostowników aktywnych uzyskuje się liniowe prostowanie wszystkich sygnałów, także tych o małych amplitudach, rzędu miliwoltów. Zwykły prostownik z diodą krzemową prostuje jedynie sygnały o amplitudach powyżej 600mV. Mniejsze sygnały po prostu przezeń nie przechodzą.

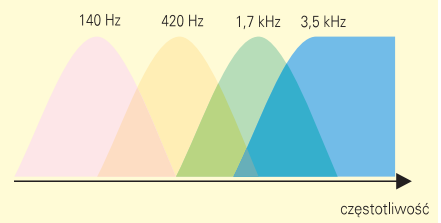
Prostownik liniowy ze wzmacniaczem operacyjnym jest wręcz niezbędny wtedy, gdy poziom jasności żarówek ma być regulowany płynnie, a nie dwustanowo, jak to bywa w prostszych urządzeniach iluminofonicznych.

Prostownik aktywny ma jeszcze jedną zaletę: oprócz prostowania może wzmacniać sygnał. Tak też jest w przedstawianym układzie. Wzmocnienie poszczególnych prostowników wyznaczone jest stosunkami rezystorów R30/R26, R32/R27, R34/R28 i R36/R29. Wzmocnienie kolejnych prostowników nie jest jednakowe. W trakcie testów modelu okazało się, że trzeba zarówno zmodyfikować charakterystykę częstotliwościową wzmacniacza wstępnego, stosując odpowiednie wartości elementów C9, C10 i R9, R10, jak i skorygować wzmocnienie poszczególnych kanałów. Stąd różniące się od siebie wartości rezystorów R32, R34 i R36.

Zastosowane w układzie prostowniki wyposażone są w filtry uśredniające (R31C29...R37C32).

Płynną regulację jasności lamp umożliwia układ generatora przebiegu schodkowego z licznikiem U11 i przetwornikiem rezystorowym z diodami D15...D24 i rezystorami R38...R48.

Licznik U11 zlicza wyprostowane impulsy przebiegu sieci energetycznej. Dzięki zastosowaniu w zasilaczu prostownika dwupołówkowego jest to częstotliwość 100Hz. Dla umożliwienia pracy licznika zmodyfikowano obwód prostownika sieciowego wprowadzając elementy R1, R2, D5. Przebieg na rezystorze R1 jest „dwupołówkowo wyprostowaną sinusoidą". Jego zbocza nie są ostre, ale nie przeszkadza to w pracy licznika, ponieważ układ CMOS 4017 ma na wejściu CLK układ Schmitta, który umożliwia pracę nawet przy bardzo wolno rosnących impulsach wejściowych.



Rys. 3. Podział pasma akustycznego

Na rezystorze R38, a tym samym na wejściach czterech komparatorów U1B...U4B występuje przebieg schodkowy. Dzięki odpowiedniemu dobraniu rezystorów R39...R48, nie jest to przebieg liniowy, a raczej logarytmiczny. Dzięki temu jasność żarówek zmienia się proporcjonalnie do logarytmu (wyprostowanego i uśrednionego) napięcia w danym kanale.

W pełnej wersji uzyskuje się 10 schodków, czyli dziesięć poziomów jasności żarówki.

W praktyce ze względu na ograniczoną stromość filtrów i znaczną długość cyklu pracy celowe okazało się zmniejszenie liczny tych poziomów do 5...6.

Choć licznik 4017 może zliczać do 10, z przedstawionego względu w układzie pokazanym na rysunku 2 skrócono cykl pracy licznika do sześciu łącząc nóżkę 5 z nóżką 15.

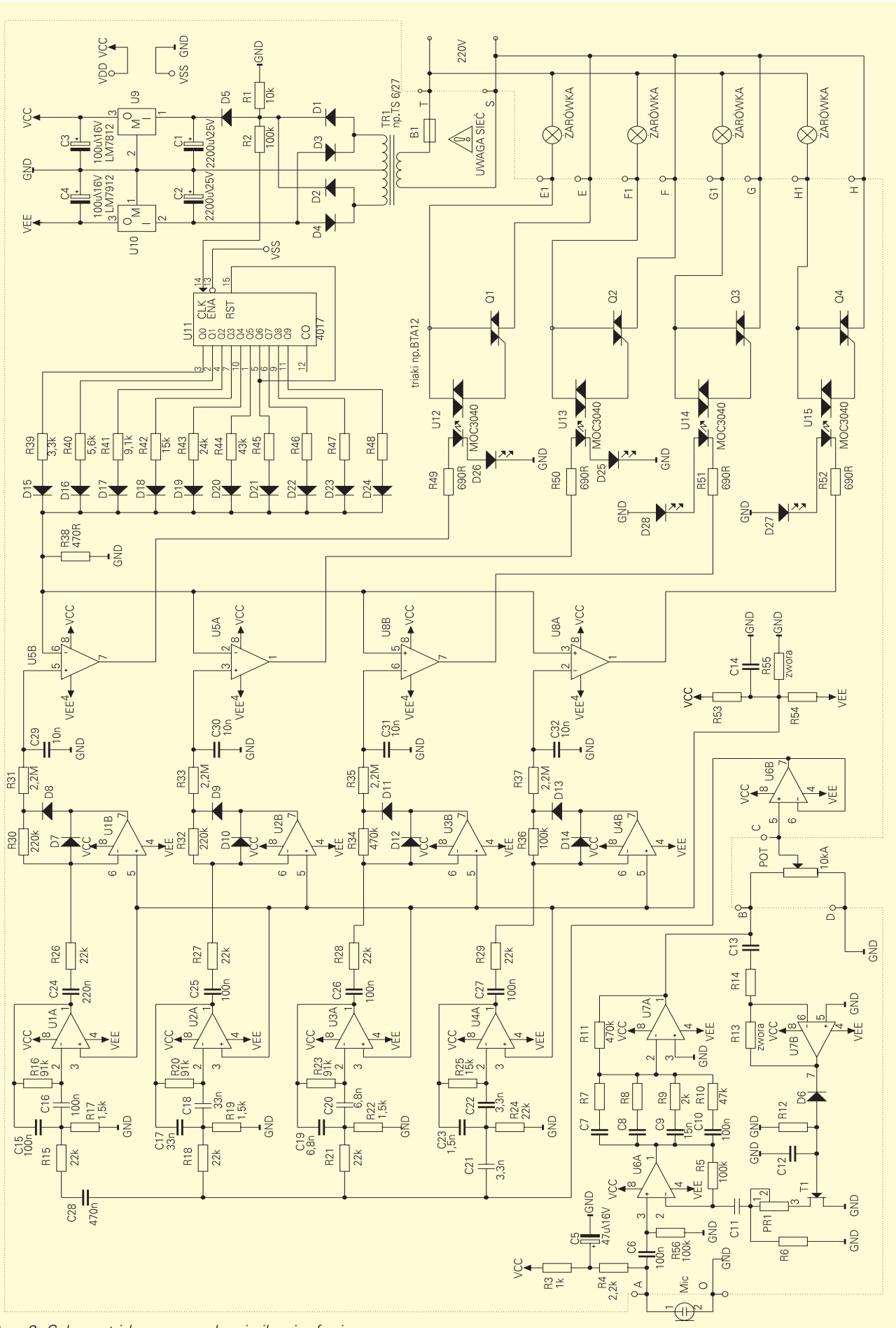
Na rysunku 4 pokazano w uproszczeniu zasadę działania układu generatora przebiegu schodkowego i pracy komparatorów (kostki U5 i U8) przy różnych poziomach napięcia z prostowników liniowych. Właśnie ze względu na logarytmicznie zmienną wysokość schodków, konieczne było zastosowanie precyzyjnych prostowników liniowych ze wzmacniaczami operacyjnymi.

Dla rozszerzenia możliwości dobierania poziomów napięcia i odpowiadających im jasności lamp, przewidziano obwód przesuwania napięcia spoczynkowego na wyjściach prostowników liniowych. Są to elementy R53...R55, C14. Przeprowadzone próby wykazały, że w wersji podstawowej nie potrzeba przesuwać tego poziomu, dlatego rezystor R55 zastąpiono zworą.

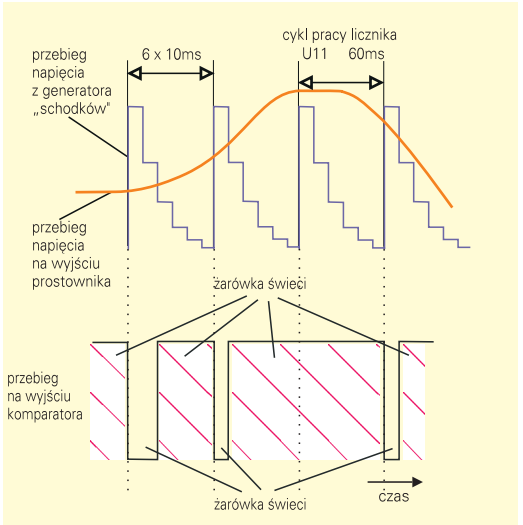
Elementami wykonawczymi urządzenia są triaki. Zastosowanie triaków o prądzie 6A umożliwia zastosowanie żarówek o mocach rzędu kilkuset watów. W praktyce raczej nie będą potrzebne żarówki o mocach większych niż 100W.

Aby skutecznie oddzielić obwody sieci energetycznej od układu sterującego, zastosowano oddzielenie galwaniczne w postaci optotriaków U12...U15.

Dla uniknięcia zakłóceń występujących przy fazowym sterowaniu triaków, wykorzystano optotriaki z wbudowanym



Rys. 2. Schemat ideowy urządzenia iluminofonicznego



Rys. 4. Zasada działania układów sterujących jasnością lamp

obwodem włączania przy przejściu napięcia sieci przez zero.

W szereg z optotriakami włączono dodatkowo diody LED, które pełnią funkcję kontrolek i są bardzo pomocne przy próbach i testach, gdy żarówki nie są jeszcze podłączone. Dla równomiernego obciążenia zasilacza, dwa obwody (D25, D26) obciążają źródło napięcia dodatniego, a obwody z diodami D27, D28 – ujemnego.

Elementami wykonawczymi urządzenia są cztery żarówki. Dołączone one będą do obwodu sieci 220V i punktów E,E1, F, F1, G, G1, H, H1. Proponowany układ połączeń pokazany jest na rysunku 2.

Montaż i uruchomienie

Układ można zmontować na płytce drukowanej, pokazanej na rysunku 5. Montaż jest klasyczny, nie powinien sprawić trudności. Jak zwykle najpierw należy wlutować elementy najniższe: zwory oraz leżące rezystory i diody. potem kondensatory, stojące rezystory, diody i stabilizatory. Układy scalone zazwyczaj montuje się w dalszej kolejności. Na koniec trzeba wlutować transformator, optotriaki, triaki i wykonać połączenia przewodowe potencjometru POT i mikrofonu Mic.

Przy montowaniu zestawu AVT-2157, czyli układu w wersji podstawowej nie trzeba montować wszystkich elementów pokazanych na schemacie ideowym na rysunku 2. Najprościej mówiąc, nie będą montowane elementy, przy których na rysunku 2 nie podano wartości (nie dotyczy to diod i triaków). Szczegóły na ten temat można też znaleźć w wykazie elementów.

Na płytce można zamontować różne transformatory sieciowe. Zastosowany transformator musi mieć moc większą niż 4W, dzielone uzwojenie i mieć napięcie wtórne (zmienne) rzędu 2x(12...15V). Na rysunku 5 pokazano zwory, jakie trzeba wykonać stosując (zalecany) transformator TS 6/27.

Na tym etapie montażu nie trzeba jeszcze dołączać żarówek. Wystarczy napięciem 220V zasilić transformator TR1 – wskaźnikiem działania układu będą diody LED D25...D28.

Układ zmontowany ze sprawnych elementów nie wymaga uruchamiania i powinien od razu pracować poprawnie.

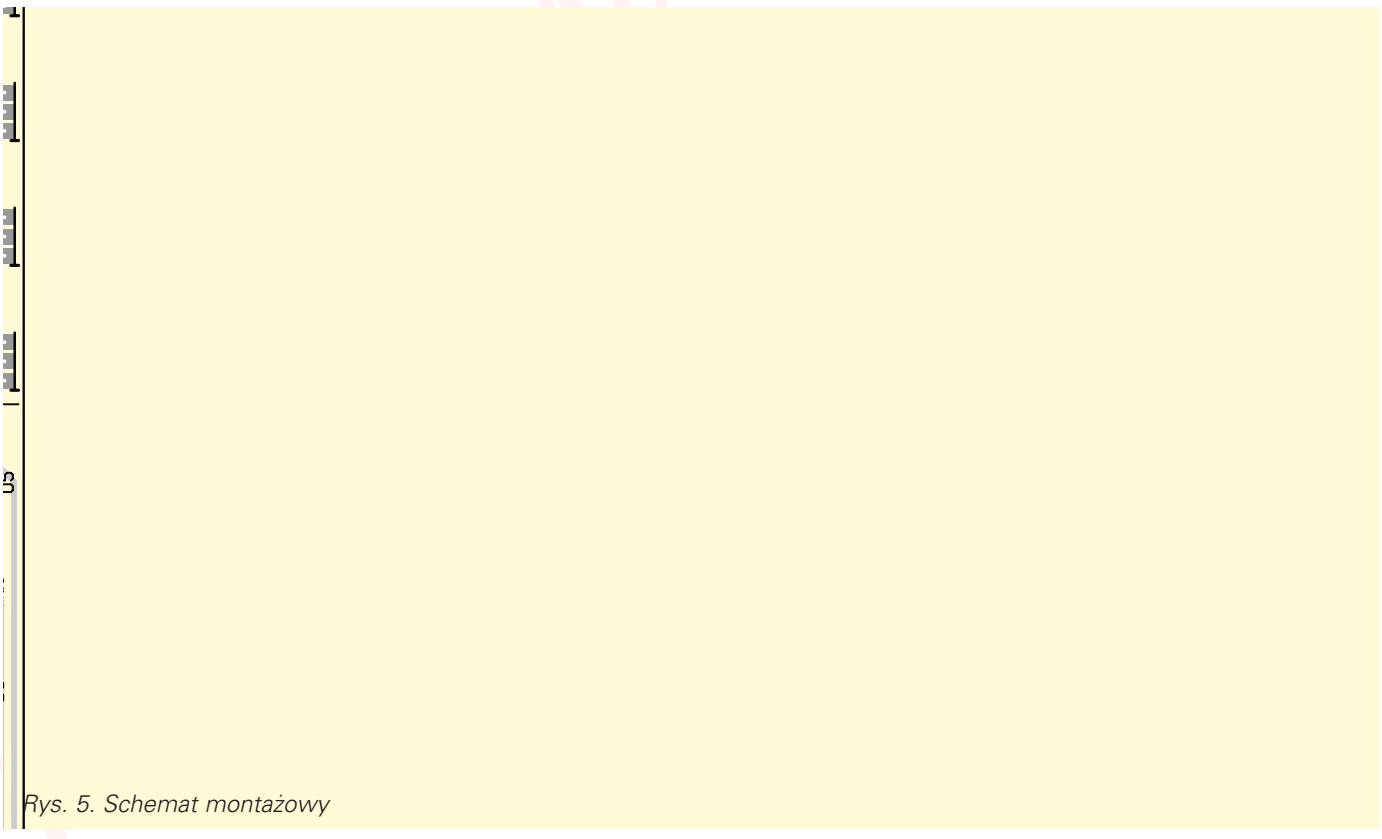
Przy ustawieniu potencjometru na minimum, zgaszone powinny być wszystkie diody LED. Przy ustawieniu potencjometru na maksimum już niezbyt głośne dźwięki powinny powodować zaświecanie diod LED.

Jeśli tak jest, układ należy jeszcze sprawdzić „w warunkach bojowych". To znaczy trzeba umieścić płytkę w pomieszczeniu, gdzie zainstalowany jest zestaw audio. Po włączeniu muzyki należy obserwować pracę diod LED i według upodobania ustawić położenie potencjometru POT.

Układ modelowy testowany był z różnymi egzemplarzami mikrofonów elektretowych, a uzyskane wyniki, czyli proporcje czasów świecenia poszczególnych diod były bardzo dobre.

Testy przeprowadzono w pokoju, gdzie zainstalowany był sprzęt wysokiej jakości i wierności odtwarzania. Charakterystyka częstotliwościowa zestawu była płaska, bez podbicia wysokich, czy niskich częstotliwości.

Jeśli urządzenie będzie używane w innych warunkach, na przykład na dyskotece, gdzie mocno uwydatnione są niskie częstotliwości, czułości poszczególnych kanałów być może trzeba będzie skorygować, by lampy związane



Rys. 5. Schemat montażowy

z „najniższym" kanałem nie świeciły się bez przerwy. Jest to w sumie bardzo proste: wystarczy zmienić wartość jednego rezystora w jednym z czterech kanałów – będzie to rezystor R30. Ale może zajść potrzeba skorygowania czułości względnej innych kanałów. Jest to proste – w grę wchodzą cztery rezystory:

R30 – najniższe częstotliwości
50...200Hz
R32 – niskie i średnie częstotliwości
200...750Hz
R34 – średnie i wyższe częstotliwości
750...3,5kHz
R36 – wysokie częstotliwości >3,5kHz

Najprawdopodobniej rezystorów tych nie trzeba będzie zmieniać. Zostały one dobrane do średnich warunków. Gdyby jednak okazało się, że podczas odtwarzania muzyki któraś dioda świeci niemal bez przerwy, a inna prawie wcale – rezystory trzeba będzie skorygować według zasady:

większa wartość rezystancji = większa czułość = dioda częściej się zaświeca.

Wartości tych rezystorów śmiało można zmieniać w zakresie 10kΩ...1MΩ.

W sumie wszystko będzie zależeć od właściwości akustycznych pomieszczenia i preferowanej barwy dźwięku Podczas testów okazało się również, że różne rodzaje odtwarzanej muzyki mają różne proporcje składników w poszczególnych pasmach częstotliwości i trzeba przyjąć jakieś średnie warunki.

Poprzez dobranie wspomnianych rezystorów można dobrze dopasować działanie urządzenia do najczęściej odtwarzanej muzyki i uzyskać dobre efekty.

Gdy praca diod świecących D25...D28 jest właściwa, należy dołączyć cztery kolorowe żarówki. Najlepiej będzie użyć gotowych żarówek z barwionym szkłem. W ostateczności można użyć zwykłych żarówek i zastosować kolorowe filtry. Doświadczenie uczy, że przy stosowaniu plastikowych barwnych filtrów trzeba zachować dostateczną odległość między szkłem żarówki a filtrem – zbyt mała odległość doprowadzi do stopienia się filtru.

Ze względu na wysoką temperaturę nie zdają również egzaminu próby pomalowania żarówek farbami, na przykład werniksem.

Obudowę do urządzenia należy dobrać we własnym zakresie. Najprawdopodobniej żarówki umieszczone będą poza obudową urządzenia. Na schemacie ideowym pokazano bezpiecznik sieciowy. Można wykorzystać gniazdo (sprężynki) wlutowywane w płytkę – przewidziano na to miejsce. Ale prawdopodobnie częściej będzie stosowana typowa oprawka bezpiecznikową mocowana do obudowy – jak widać na rysunku 5, punkty lutownicze na płytce służące do wlutowania blaszanej oprawki bezpiecznikowej są zwarte i przy wykorzystaniu takiego zewnętrznego bezpiecznika, na płytce nie trzeba wykonywać zwory.

W urządzeniu występują napięcia zagrażające życiu Osoby niepełnoletnie mogą wykonać opisany układ tylko pod nadzorem wykwalifikowanych osób dorosłych.

Przy mocach sterowanych żarówek do 100...150W triaki nie wymagają żadnych radiatorów. Dopiero przy żarówkach większej mocy potrzebne będą niewielkie radiatorki z blachy.

Ponieważ na wkładkach radiatorowych triaków będzie występować pełne napięcie sieci, dobrze byłoby zabezpieczyć te okolice płytki, aby nie było możliwe przypadkowe dotknięcie ich ręką (przy otwartej obudowie). W praktyce będzie to trudne, nie tylko ze względów mechanicznych, ale także termicznych – każda osłona triaków będzie utrudniać odprowadzanie ciepła w nich wydzielanego.

Przy planowaniu połączeń, w których występować będą napięcia sieci energetycznej, należy zasięgnąć rady zaprzyjaźnionego elektryka, a przy ich wykonywaniu zachować szczególną staranność, by potem, w trakcie użytkowania nie narazić siebie lub kogoś na porażenie prądem i utratę życia.

W zdecydowanej większości przypadków urządzenie zadziała już przy pierwszym włączeniu.

Ewentualne błędy będą wynikać albo z zamiany miejscami elementów, albo z niewłaściwego (odwrotnego) wlutowania układów scalonych, albo co jest bardzo rzadkie – z niesprawności któregoś podzespołu.

Dlatego przy jakichkolwiek kłopotach należy przede wszystkim sprawdzić poprawność montażu. Jeszcze lepiej dać układ do sprawdzenia komuś drugiemu, by spojrzał na montaż „świeżym okiem".

Gdy nie widać błędu, należy woltomierzem napięcia stałego zmierzyć napięcia zasilania (±12V), a następnie napięcie stałe na wyjściach wszystkich wzmacniaczy operacyjnych w stosunku do masy. Powinno ono wynosić 0V±10mV.

Gdy napięcia stałe są w porządku, należy sprawdzić, czy pracuje wzmacniacz wstępny i co dzieje się na wyjściach filtrów. Posiadacze oscyloskopu zechcą kolejno obejrzeć przebiegi na wyjściach wzmacniaczy U6A, U7A. Przy mówieniu do mikrofonu z bliska, sygnał zmienny w tych punktach będzie większy niż 1V. Na wyjściach filtrów też powinny pojawiać się odpowiednie składowe sygnału. Z kolei na wyjściach prostowników, czyli na katodach diod D8, D9, D11 i D13 powinny pojawiać się wzmocnione dodatnie połówki sygnału z filtrów.

Prostym sposobem sprawdzenia pracy omówionych stopni jest dołączanie do wyjść kolejnych wzmacniaczy operacyjnych, połączonych szeregowo słuchawek i rezystora rzędu 100...220Ω.

Najprostszym sposobem pomiaru, czy filtry i prostowniki pracują, jest pomiar napięć stałych na kondensatorach C29...C32. Przy mówieniu do mikrofonu na kondensatorach C30 i C31 powinno pojawiać się napięcie dodatnie rzędu 0,2...5V. Ze względu na dużą wartość rezystorów R31, R33, R35 i R37 pomiar ten należy wykonać przy użyciu miernika o dużej oporności wejściowej, najlepiej miernika cyfrowego.

Inną przyczyną niesprawności może być brak przebiegu schodkowego na rezystorze R38. Należy sprawdzić, czy pracuje licznik 4017 – powinien tam występować przebieg schodkowy o kształcie zbliżonym do pokazanego na rysunku 4. Jeśli go nie ma przyczyną jest uszkodzenie licznika, albo brak rezystora R2 bądź R1. Najlepiej jest sprawdzić przebieg na tym rezystorze za pomocą oscyloskopu, ale można też dołączyć słuchawki lub głośnik do któregokolwiek wyjścia i posłuchać, czy występuje tam terkot o częstotliwości kilkudziesięciu herców.

Możliwości zmian

(tylko dla zaawansowanych)

Osoby rozumiejące działanie poszczególnych bloków układu mogą wprowadzić szereg zmian, które pozwolą dostosować urządzenie do specyficznych upodobań.

Przede wszystkim można zmieniać częstotliwości charakterystyczne wszystkich filtrów. Ma to uzasadnienie przy korzystaniu ze sprzętu o dobrej jakości i odtwarzaniu muzyki z płyt kompaktowych. Można wtedy „rozstawić szerzej" częstotliwości środkowe kolejnych filtrów.

Wartości podane na schemacie odpowiadają częstotliwościom środkowym filtrów równym mniej więcej 140Hz, 420Hz i 1,7kHz. Można spróbować zmniejszyć częstotliwość „najniższego" filtru przez zmianę kondensatorów C15 i C15 z 100nF na 150nF, na przykład przez dolutowanie od druku kondensatorów 47nF (wartości rezystorów R15, R16 i R17 pozostają bez zmian).

Z kolei częstotliwości dwóch kolejnych filtrów można przesunąć w górę, wymieniając kondensatory C17 i C18 z 33nF na przykład na 22nF, co da częs-

totliwość środkową około 630Hz. Z kolei wymiana C19 i C20 z 6,8nF na 3,3nF da częstotliwość środkową około 3,5kHz. W takim wypadku konieczne będzie przesunięcie częstotliwości granicznej filtru górnoprzepustowego przez zmianę C21, C22 i C23 (przy czym powinno być C21=C22=2xC23), z 3,3nF i 1,5nF na 1,5nF i 750pF. Da to podwyższenie tej częstotliwości dwukrotnie czyli do około 7kHz.

Filtr górnoprzepustowy ze wzmacniaczem U4A ma mniejszą stromość zbocza, niż pozostałe filtry środkowoprzepustowe. Jeśli komuś to przeszkadzałoby, śmiało może przerobić czwarty filtr na środkowoprzepustowy o częstotliwości środkowej rzędu kilku czy kilkunastu kiloherców. Wystarczy kondensator C21 zmienić na rezystor o wartości 22kΩ. Także wartości rezystorów R24 i R25 powinny być takie same, jak w pozostałych filtrach, czyli wynosić 1,5kΩ i 91kΩ. O częstotliwości środkowej zadecydują pojemności C23 i C22. Gdy będą równe 1nF, częstotliwość środkowa czwartego filtru wyniesie mniej więcej 10kHz.

Po takiej zmianie częstotliwości filtrów, być może poszczególne lampy będą zapalać się zbyt mocno lub zbyt słabo w porównaniu z innymi lampami. Dla zrównoważenia sytuacji wystarczy zmienić wartości rezystorów w prostownikach. Jak podano, wartości rezystorów R30, R32, R34 i R36 można zmieniać w granicach 10kΩ do 1MΩ. Inną drogą jest zmiana przebiegu charakterystyki wzmacniacza wstępnego, przez zmianę elementów R9C9 i R10C10, oraz ewentualnie dodanie dwójnika R8C8, ale wymaga to przeprowadzenia kilku prób i obliczenia lub dobrania drogą eksperymentu właściwych wartości tych elementów.

W pierwotnej wersji układu przewidziano obwód automatyki ze wzmacniaczem U7B i tranzystorem polowym T1. Osoby, które chciałyby wykorzystać ten obwód muszą samodzielnie dobrać wartość rezystorów R13 i R14 we wzmacniaczu automatyki, oraz rezystancji PR1, która wraz z rezystancją kanału otwartego rezystora wyznaczą największe wzmocnienie. Rezystor R6 ustalałby minimalne wzmocnienie – bez niego minimalne wzmocnienie, przy zamkniętym tranzystorze T1 będzie równe 1. Przy wykorzystaniu obwodu automatyki być może trzeba będzie zmniejszyć wartość rezystora R4, by najsilniejsze sygnały nie miały wartości większej niż 100mVpp. W pewnych przypadkach trzeba będzie również zastosować dodatkową kompensację częstotliwościową wzmacniacza U7B, by nie dopuścić do powstania drgań w pętli dodatniego sprzężenia zwrotnego.

Kto chciałby zmienić działanie bloku umożliwiającego kilkustopniową regulację jasności lamp, ma dwie drogi:
– zwiększyć ilość stopni jasności przez wydłużenie cyklu licznika z 6 do 10
– zmniejszyć ilość stopni jasności lamp, przez skrócenie cyklu licznika.

Aby zmienić długość cyklu licznika, należy przeciąć ścieżkę między wyjściem Q6 a wejściem zerującym RST (nóżki 5 i 15). Przy potrzebnym cyklu licznika równym 10, nóżkę 15 trzeba zewrzeć do masy. Przy innych długościach cyklu trzeba nóżkę 15 zewrzeć do odpowiedniego wyjścia. Przykładowo zwarcie wejścia RST z wyjściem Q3 spowoduje zliczanie do trzech. Ponieważ licznik jest taktowany podwojoną częstotliwością sieci, więc trzy takty częstotliwości 100Hz dadzą 30ms.

Przy długości cyklu większej niż 6 należy wlutować diody D21...D24 oraz rezystory R45...R48. Oto ich wartości:

R45 – 75kΩ
R46 – 120kΩ
R47 – 200kΩ
R48 – 330kΩ

Wydłużenie cyklu do 10 taktów, czyli 100ms może jednak powodować zauważalne miganie dołączonych żarówek.

Jeśli ktoś chciałby skrócić cykl pracy licznika, zmniejszy tendencje do migotania żarówek, ale tym samym zmniejszy liczbę różnych poziomów jasności lamp.

W skrajnym przypadku można zupełnie wyłączyć licznik U11 i pracować tylko przy dwóch poziomach: lampa świeci – lampa nie świeci.

Można to zrobić przynajmniej na dwa sposoby. Używając licznika, wystarczy podać na jego wejście RST na stałe stan wysoki – licznik nie będzie zliczał. Do eksperymentów zapewne wystarczy regulacja poziomu sygnału za pomocą potencjometru POT, ale gdyby ktoś chciał pracować w takim trybie dwustanowym, dla zwiększenia zakresu regulacji warto zwiększyć wartość rezystora R39 do około 10kΩ.

Jeśliby układ miał na stałe pracować wyłącznie w trybie dwustanowym, nie trzeba stosować ani licznika U11, ani rezystorów R38...R48, ani współpracujących z nimi diod.

Wystarczy zamiast R38 wlutować zworę, natomiast próg włączania lamp będzie wtedy regulowany napięciem podawanym na wejścia nieodwracające kostek R1...R4. Wtedy trzeba wlutować rezystor R55 oraz rezystor R54. Napięcie na rezystorze R55 (ujemne napięcie stałe o wartości kilkudziesięciu do kilkuset miliwoltów) wyznaczy próg przełączania komparatorów, czyli próg zapalania lamp.

Wykaz elementów

Rezystory
R1: 10k
R2,R5,R36,R56: 100k
R3: 1k
R4: 2,2k
R6-R8,R12,R14,
R45-R48,R53,R54 (nie montować)
R9: 2k lub 2,2k
R10: 47k
R11,R34: 470k
R13,R55 zwora
R15,R18,R21,R24,R26-R29: 22k
R16,R20,R23: 91k
R17,R19,R22: 1,5k
R25,R42: 15k
R30,R32: 220k
R31,R33,R35,R37: 2,2M
R38: 470Ω
R39: 3,3k
R40: 5,6k
R41: 9,1k
R43: 24k
R44: 43k
R49,R50,R51,R52
680W
POT Potencjometr 10kΩ/A
PR1 (nie montować)

Kondensatory
C1,C2: 2200µ\25V
C4,C3: 100µ\16V
C5: 47µ\16V
C6,C10,C15,C16,C25-C27: 100n
C7,C8,C11-C14 (nie montować)
C9: 15n
C17,C18: 33n
C19,C20: 6,8n
C21,C22: 3,3n
C23: 1,5n
C24: 220n
C28: 470n
C29,C30,C31,C32: 10n

Półprzewodniki
D1,D2,D3,D4,D5: 1N4001...7
D7-D20: 1N4148
D6,D21-D24 (nie montować)
D25,D26,D27,D28 diody LED 5mm czerwone lub różnokolorowe
Q1,Q2,Q3,Q4 triaki BTA12 lub podobne (6A/600V)
T1: BF245B (nie montować)
U1- U8: TL082 (TL072)
U9: LM7812
U10: LM7912
U11: CMOS 4017
U12,U13,U14,U15: MOC3040 (3041, 3042)

Pozostałe
TR1: transformator sieciowy TS 6/27
Mic: Mikrofon elektretowy dwukońcówkowy

Uwaga! Elementy: R6-R8,R12,R14,R45-R48,R53,R54,PR1,C7,C8,C11-C14,D6,D21-D24, T1, żarówki i obudowa nie wchodzą w skład kitu AVT2157.

Uwagę bardziej doświadczonych elektroników trzeba jeszcze zwrócić na stałe czasowe filtrów uśredniających sygnał z prostowników.

W proponowanym układzie wszystkie filtry mają jednakowe stałe czasowe równe mniej więcej

2,2MΩ × 10nF = 22ms

co odpowiada dwóm półokresom napięcia sieci energetycznej.

Można rozważyć, czy nie warto zwiększyć trochę stałej czasowej „najniższego" filtru czyli praktycznie zwiększyć

pojemność C29 do 22 czy nawet 47nF, pojemności dwóch „górnych" filtrów zmniejszyć przez zmniejszenie C31 i C32 do 4,7nF czy nawet 2,2nF.

Każdy, kto chciałby poeksperymentować z układem, może też inaczej dobrać rezystory R39...R48, ustalające wysokość poszczególnych schodków. Stosując jako źródło sygnału generator dołączony w miejsce mikrofonu można drogą eksperymentu według upodobania dobrać jasności żarówek dla różnych poziomów sygnału.

W układzie wykorzystano optotriaki „z przełączaniem w zerze sieci". Skutecznie eliminuje to zakłócenia impulsowe występujące przy sterowaniu fazowym. Ale cenna zaleta polegająca na wyeliminowaniu zakłóceń, poniekąd okupiona jest zwiększeniem tendencji do migotania żarówek, ze względu na znaczną długość cyklu licznika U11, zwłaszcza przy zliczaniu do dziesięciu.

Ambitni elektronicy mogą rozważyć, czy nie warto dobudować dodatkowego bloku, zawierającego układ synchronizacji „w zerze sieci" oraz jakikolwiek licznik o częstotliwości 1kHz±50Hz.

Układ synchronizacji zerowałby licznik U11 przy każdym przejściu napięcia sieci przez zero – nie jest to wcale trudne zadanie. Można je zrealizować na podwójnym wzmacniaczu operacyjnym, albo przy odrobinie pomysłowości na bramkach (lub inwerterach) Schmitta. Z generatorem 1kHz±50Hz sprawa jest jeszcze prostsza.

Licznik pracowałby przy pełnej długości cyklu, czyli zliczałby do 10. Przy częstotliwości taktowania równej 1kHz i zliczaniu do 10 cykl pracy licznika wynosiłby 10ms, czyli tyle, ile półokres sieci.

Oczywiście triaki byłyby w takiej sytuacji sterowane fazowo. Niezbędny byłby więc sieciowy filtr przeciwzakłóceniowy. Dla prawidłowej pracy komparatorów konieczne byłoby także odwrotne wlutowanie sieci rezystorów R39...R48 (R39-330kΩ, R40-200kΩ ... R48-3,3kΩ), żeby uzyskać schodki narastające, a nie malejące – porównaj rysunek 4.

Oczywiście takie dodatki trochę skomplikowałyby układ, ale w zamian za to uzyska się znakomite parametry iluminofonii – płynne zaświecanie poszczególnych żarówek w zależności od poziomu sygnału. Doskonały efekt płynnej zmiany jasności żarówek wraz z poziomem sygnału jest możliwy jedynie dzięki zastosowaniu „logarytmicznych" schodków, wytwarzanych dzięki licznikowi U11 i rezystorom R39...R48. Takiego efektu w żaden sposób nie zapewnią układy płynnej regulacji jasności wykorzystujące generator przebiegu liniowego, czyli tzw. piły, albo schodki o jednakowej wielkości.

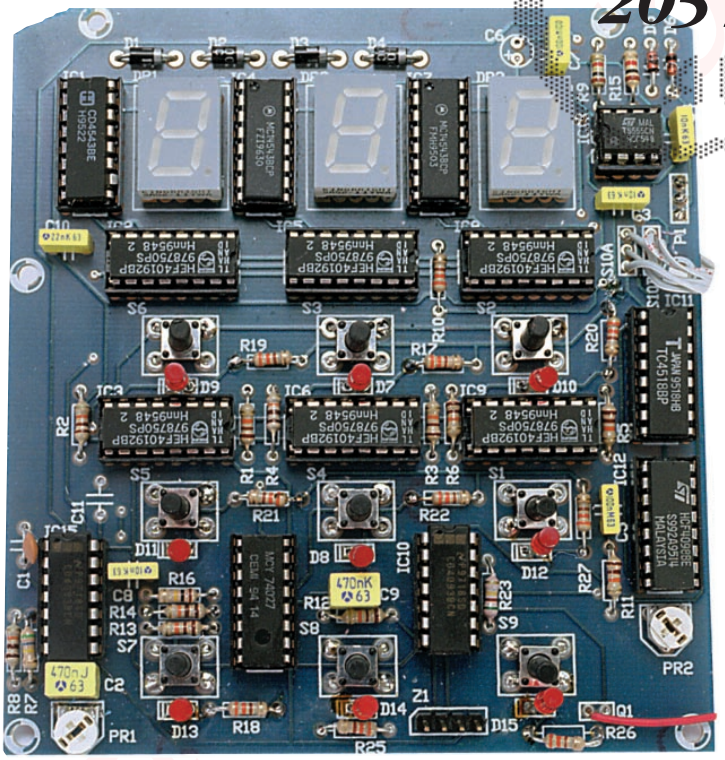
Zaprezentowany układ jest więc bardzo elastyczny i można z jego pomocą uzyskać znakomite efekty, niedostępne w typowych, spotykanych w handlu, bardzo uproszczonych rozwiązaniach.

Piotr Górecki
Zbigniew Orłowski

Copyright Master PDF Editor

Fotograficzny zegar ciemniowy

2057



Do czego to służy?

Fotograficzne zegary ciemniowe zawsze cieszyły się zainteresowaniem Czytelników pism przeznaczonych dla hobbystów. EdW jak dotąd wydawała się nie zauważać rzeszy fotografików – elektroników amatorów. Może z tym „niezauważeniem" to nie do końca prawda. Przypuszczaliśmy po prostu, że zainteresowanie fotografią amatorską skończyło się i fotoamatorzy wyginęli, podobnie jak w dużym stopniu wyginęli modelarze. Rzeczywistość pokazała, jak bardzo myliliśmy się. Przed ponad pół rokiem autor pozwolił sobie opublikować w EP opis zegara ciemniowego, traktując go raczej jako ciekawostkę. Pomimo że kit okazał się dość drogi, liczba sprzedanych egzemplarzy kitu i płytek przeszła najśmielsze oczekiwania. A więc fotoamatorzy istnieją i działają nadal! Spieszymy więc nadrobić zaniedbania i stworzyć w EdW mały kącik dla amatorów zarówno elektroniki jak i fotografiki. Podczas projektowania urządzeń dla tej grupy hobbystów autor będzie miał ułatwione zadanie, ponieważ z zawodu jest, a właściwie był, także fotografikiem.

Należy sądzić, że naszym kolegom potrzebny będzie przede wszystkim zegar do wykonywania powiększeń i do obróbki chemicznej materiałów fotograficznych. W następnej kolejności zajmiemy się dobrej klasy stabilizatorem temperatury kąpieli chemicznych, przydatnym zarówno przy obróbce materiałów negatywowych jak i pozytywowych – barwnych. Autor chciałby poddać pod dyskusję sprawę wykonania elektronicznego sterownika do głowicy filtracyjnej, pracującej metodą addytywną. Głowica taka, składająca się głównie z tarczy rewolwerowej z filtrami addytywnymi sterowanej prostym zegarem, mogłaby „zreanimować" stare powiększalniki i tanim kosztem przystosować je do wykonywania powiększeń barwnych. Tylko czy ma to jeszcze sens techniczny i ekonomiczny? To, co wymagało niegdyś wielu godzin, a nawet dni pracy w ciemni fotograficznej, obecnie można nieraz zrealizować jednym kliknięciem myszki w dowolnym programie do edycji obrazów. To prawda, że komputery są drogie, ale sprzęt laboratoryjny i papier barwny też do tanich nie należą.

W sferze marzeń pozostaje jak na razie wykonanie atelierowej lampy błyskowej i wyspecjalizowanej lampy błyskowej do makrofotografii (tzw. „ringblitz"). Łamy EdW mają jednak to do siebie, że na nich marzenia łatwo się ziszczają. Pożyjemy, zobaczymy, może będzie i taka lampa... Zajmijmy się jednak tym, co już mamy gotowe: zegarem ciemniowym.

Podczas opracowywania układu przyjęto następujące założenia konstrukcyjne:

1. Zegar musi zapewniać odmierzanie czasu w zakresie od 0,1 s do 999 s w dwóch podzakresach: 0,1...99,9 s (raster 0,1 s) i 1...999 s (raster 1 s), czyli do ponad 16 minut. Taki zakres czasów zapewnia możliwość naświetlania nawet bardzo małych powiększeń bez konieczności nadmiernego blendowania obiektywu, a także wykonywanie dużych obrazów wymagających bardzo długich czasów naświetlań. Drugi podzakres przeznaczony jest także do odmierzania czasu w trakcie obróbki chemicznej materiałów fotograficznych. Wprowadzanie zakresu 0,01 9,99 s nie ma najmniejszego sensu przy stosowaniu zegara do prac fotograficznych. Niemniej, jak się za chwilę dowiecie, dodanie takiego zakresu sprowadza się do wlutowania jednego dodatkowego rezystora i zastosowania zamiast przełącznika dwupołożeniowego przełącznika trójpołożeniowego.
2. Niezwykle ważną sprawą jest zapewnienie bezpieczeństwa użytkownikom. Amatorskie ciemnie fotograficzne najczęściej są zaadaptowanymi na kilka godzin łazienkami z prowizoryczną instalacją elektryczną. W ciasnocie i ciemności o wypadek nie jest trudno. Ponadto, chociaż jest to sprzeczne z dobrymi zasadami pracy w ciemni fotograficznej, pracujemy często wilgotnymi rękami. Z tych powodów część układu znajdująca się pod napięciem sieci energetycznej 220V została oddzielona od części elektronicznej i umieszczona w osobnej obudowie.
3. Zegar musi być wyposażony w akustyczną sygnalizację upłynięcia zadanego czasu z możliwością jej wyłączania.
4. Układ jest wyposażony trzy wyświetlacze siedmiosegmentowe LED, obrazujące upływ zadanego czasu, a także w podświetlane (właściwie świecące) przyciski sterujące. Pozytywowe materiały czarno-białe są niewrażliwe zarówno na zielone jak i czerwone światło LED-ów, ale podczas obróbki materiałów barwnych musi istnieć możliwość przygaszania wyświetlaczy, a nawet ich wyłączenia. Praktyka wykazała, że pozytywowe materiały barwne są najmniej czułe na światło emitowane przez żółte diody i wyświetlacze, i takie właśnie elementy zaleca się zastosować w zegarze (z czerwonym filtrem).
5. Podczas wykonywania powiększeń najważniejsza jest powtarzalność cza-

sów naświetlań, natomiast zgodność jednostek z jednostkami rzeczywistymi ma drugorzędne znaczenie. Dlatego też zastosowano jako źródło częstotliwości wzorcowej częstotliwość sieci energetycznej, która ostatnio coraz bardziej zbliża się do 50Hz.

6. Przez cały czas mówimy o naszym urządzeniu jako o zegarze ciemniowym. Rzeczywiście, takie jest jego główne przeznaczenie, ale może ono także zasilać inne urządzenia sieciowe z przemysłowymi włącznie. Jest to po prostu bardzo udoskonalony tajmer, sterujący dowolnym urządzeniem, zasilanym z sieci energetycznej. W dalszej części artykułu wspomnimy jeszcze o możliwych modyfikacjach proponowanego układu.

Jak to działa?

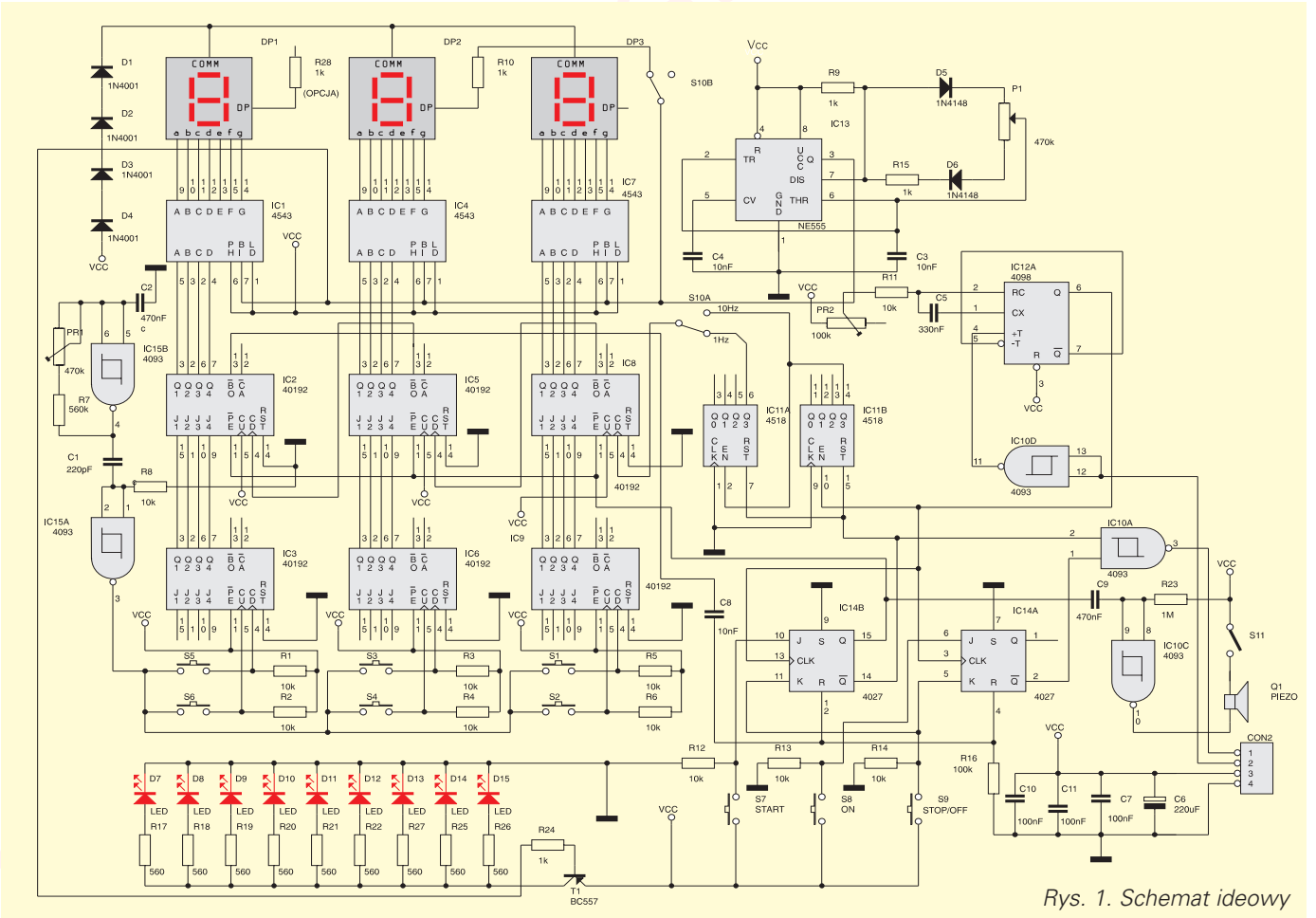
Schemat ideowy części głównej układu zegara został przedstawiony na **rysunku 1**, a na **rysunku 2** widzimy schemat układu wykonawczego. Z pozoru schemat wygląda na dość skomplikowany, ale kiedy zauważymy, że prawie cała lewa jego część to trzy identyczne, powtarzające się bloki, to z pewnością zmienimy zdanie.

Podstawowymi elementami układu jest sześć liczników rewersyjnych z możliwością programowania 40192 – IC2, IC3, IC5, IC6, IC8 i IC9. Są to elementy bardzo interesujące, żaden chyba licznik z serii 40xx CMOS nie zapewnia konstruktorowi takiej swobody działania. Omówmy więc w skrócie podstawowe funkcje tego licznika.

1. Wyjścia Q1 ... Q3. Są to typowe wyjścia licznika pracującego w kodzie BCD (nie musimy już chyba omawiać znaczenia tego skrótu).
2. Wejście CU (Count Up – licz w górę). Podanie na to wejście ciągu impulsów zegarowych powoduje dodawanie ich do zawartości licznika. Podczas wykorzystywania tego wejścia wejście CD musi być w stanie wysokim.
3. Wejście CD (Count Down – licz w dół). Podanie na to wejście ciągu impulsów zegarowych powoduje odejmowanie ich od zawartości licznika. Podczas wykorzystywania tego wejścia wejście CU musi być w stanie wysokim.
4. Wejście PE\. Podanie na to wejście stanu niskiego umożliwia zaprogramowanie licznika. Przy takim stanie na tym wejściu dane podawane na wejścia J1 ... J3 są przenoszone na wyjścia licznika, który staje się wtedy jakby „przezroczysty". Podanie na to wejście stanu wysokiego spowoduje zapamiętanie przez licznik ostatnio wprowadzonych danych.
5. Wyjście BO\. Przy stanie licznika równym 0000(BIN) nadejście kolejnego impulsu zegarowego spowoduje wystąpienie na tym wyjściu impulsu ujemnego. Umożliwia to połączenie kaskadowe wielu liczników (tak jak w naszym zegarze).
6. Wyjście CO\. Ma ono podobne zastosowanie jak wyjście BO\, z tym że impuls ujemny pojawia się po całkowitym zapełnieniu zawartości licznika, czyli w stanie 1001(BIN).
7. Wejście RST. Jest to wejście zerujące zawartość licznika, aktywne w stanie wysokim.

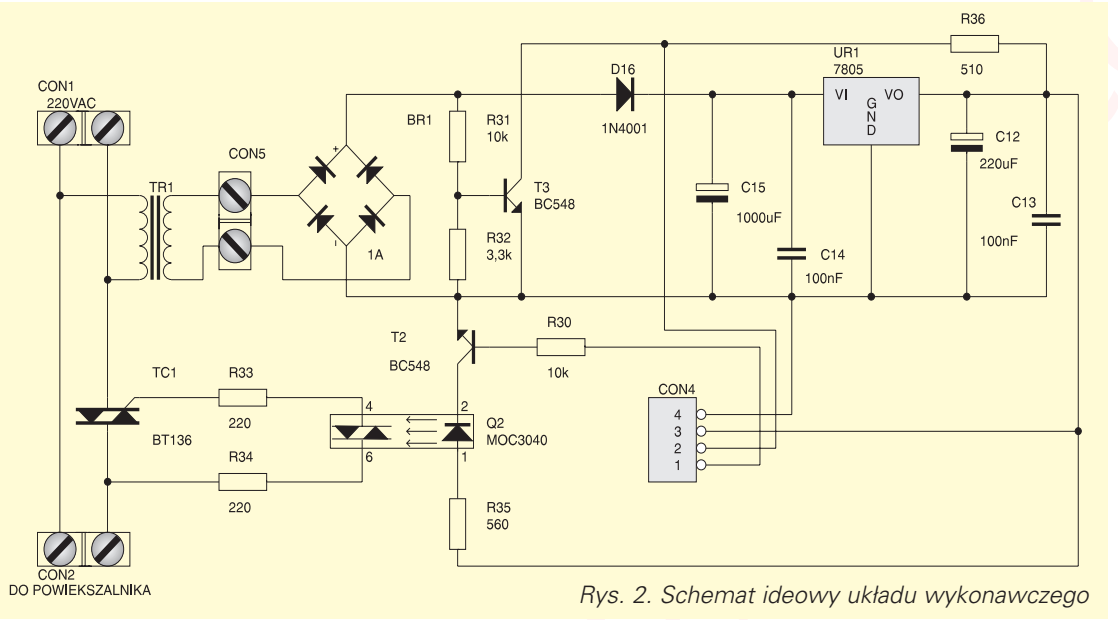
Liczniki IC2, IC5 i IC8 pracują całkowicie zgodnie ze swoim przeznaczeniem i wykorzystane zostały prawie wszystkie ich możliwości. Natomiast pozostałe liczniki 40192 pełnią funkcję programatorów obsługujących liczniki główne.

Omawianie układu rozpoczniemy od stanu spoczynkowego, podczas którego możemy ustawić potrzebny nam czas naświetlania. Obydwa przerzutniki J-K – IC14 są wyłączone i na wejściach programujących liczników IC2, IC5 i IC8 panuje stan niski. Liczniki te są w obecnej chwili „przezroczyste" i wszystkie informacje z wejść J przenoszone są na ich wyjścia, a następnie na wejścia dekoderów kodu BCD na kod wyświetlaczy siedmiosegmentowych IC1, IC4 i IC7. Tak wiec na wyświetlaczach DP1 DP3 obrazowana jest obecnie zawartość liczników IC3, IC6 i IC9.



Rys. 1. Schemat ideowy

Ustawiania potrzebnego czasu naświetlania dokonujemy za pomocą przycisków S1-S6. Warto teraz wspomnieć, w jaki sposób poradziliśmy sobie z tak dokuczliwym dla konstruktorów problemem wielokrotnych odbić styków mechanicznych. Gdybyśmy za pomocą przycisków zwierali po prostu wejścia liczników do masy, to z całą pewnością ustawienie potrzebnego czasu byłoby tylko dziełem przypadku, ponieważ każde naciśnięcie i puszczenie przycisku powodowałoby generowanie ciągu przypadkowych impulsów. Aby rozwiązać ten problem zastosowano generator pomocniczy zbudowany na bramce IC5B. Generuje on ciąg impulsu o częstotliwości regulowanej przez Użytkownika za pomocą potencjometru montażowego PR1 (zalecana częstotliwość wynosi ok. 2Hz). Impulsy z wyjścia generatora podawane są za pośrednictwem kondensatora różniczkującego C1 na wejście bramki IC15A, na której wyjściu pojawiają się bardzo krótkie impulsy ujemne. Tak więc na przyciskach S1-S6 panuje prawie cały czas stan wysoki i w momencie naciśnięcia któregoś z nich na wejście licznika nie przedostają się żadne impulsy. Dopiero po przytrzymaniu przycisku przez krótką (w najgorszym przypadku przez ok. 0,5 s) chwilę spowoduje podanie na wejście licznika szpilkowego impulsu ujemnego i zmianę jego stanu. Dalsze przytrzymywania przycisku spowoduje cykliczne zliczanie nadchodzących impulsów. Przyciski S1, S3 i S5 służą do zmniejszania zawartości liczników a S2, S4 i S6 do jej zwiększania. Należy sądzić, że taki sposób Ustawiania czasu naświetlania zapewnia Użytkownikowi maksymalną wygodę i zapewnia szybkie wykonanie tej operacji.



Rys. 2. Schemat ideowy układu wykonawczego

Załóżmy, że ustawiliśmy już potrzebny czas naświetlania, położyliśmy papier światłoczuły na deskę powiększalnika i mamy zamiar naświetlić powiększenie. Naciskamy zatem przycisk START – S7.

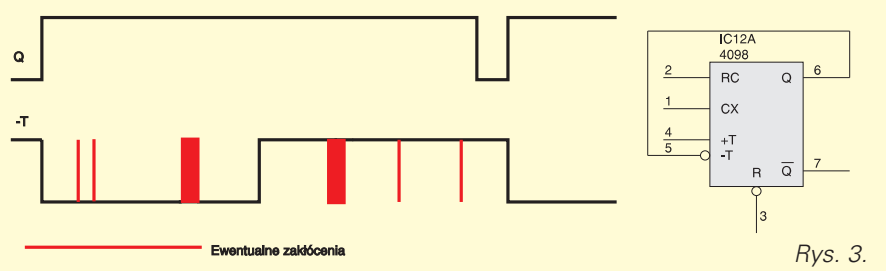
Wejście zegarowe przerzutnika IC14B połączone jest z wyjściem przerzutnika monostabilnego IC12A, na którym występuje ciąg impulsów o częstotliwości 100Hz. Skąd te impulsy tam się biorą, wyjaśnimy w dalszej części artykułu. Naciśnięcie przycisku S7 spowoduje wymuszenie na wejściu J przerzutnika J-K IC14B stanu wysokiego i przerzutnik ten włączy się przy nadejściu dodatniego zbocza impulsu zegarowego. Konsekwencje tego będą następujące:

– Stan wysoki z wyjścia Q przerzutnika zostanie przekazany na wejścia programujące liczników IC2, IC5 i IC8, blokując możliwość wprowadzania danych do tych liczników.
– Stan niski z wyjścia Q\ zostanie przekazany na wejścia zerujące liczników IC11A i IC11B umożliwiając ich pracę.
– Na wejściu 2 bramki IC10A zostanie także wymuszony stan niski i w konsekwencji na jej wyjściu pojawi się stan wysoki. Za pośrednictwem złącza CON2 zostanie on przekazany na bazę tranzystora T2 (patrz schemat na rysunku 2), który zacznie przewodzić włączając układ wykonawczy.

Ciąg impulsów zegarowych podawany jest także na wejście pierwszego z dwóch połączonych kaskadowo liczników BCD – IC11A i IC11B. Na wyjściu Q_3 licznika IC11B uzyskujemy zatem częstotliwość 10 Hz, a na analogicznym wyjściu IC11A – 1Hz. Wyboru zakresu czasów, z których chcemy korzystać dokonujemy za pomocą przełącznika S10A. W pozycji pokazanej na schemacie do liczników głównych zostanie doprowadzona częstotliwość 1Hz, a zatem zegar będzie odliczał sekundy. Najkrótszy czas jaki możemy zastosować wyniesie 1 s, a najdłuższy 999 s. W przeciwnej pozycji S10A do liczników dotrze częstotliwość 10Hz i zegar będzie odmierzał dziesiąte części sekundy. Najkrótszy czas wyniesie oczywiście 0,1 s a najdłuższy 99,9 s. Warto zauważyć, że w drugim przypadku druga sekcja przełącznika – S10B spowoduje zapalenie punktu dziesiętnego na wyświetlaczu DP2.

Niezależnie jaki tryb pracy zegara wybierzemy, po naciśnięciu przycisku START rozpocznie się odliczanie czasu, którego upływ będziemy mogli obserwować na wyświetlaczach. Liczniki odliczają czas „w dół", a na wyświetlaczach widzimy, ile jeszcze pozostało czasu do zakończenia naświetlania powiększenia lub wywoływania filmu. W momencie kiedy liczniki osiągną stan „0 0 0", kolejny impuls zegarowy spowoduje powstanie na wyjściu BO\ układu IC2 ujemnego impulsu, którego wstępujące zbocze po zróżniczkowaniu przez kondensator C8 zostanie doprowadzone do wejść zerujących przerzutników, powodując natychmiastowe wyłączenie IC14B. W tym momencie układ powraca do stanu poprzedzającego naciśnięcie przycisku START.

Przycisk ON przeznaczony jest do włączania powiększalnika na dowolnie długi czas, np. w celu ustawienia kadru powiększenia. Naciśniecie tego przycisku spowoduje włączenie przerzutnika IC14A, wymuszenie stanu niskiego na



Rys. 3.

wejściu 1 bramki IC10A i także przewodzenie tranzystora T1.

Przycisk STOP/OFF, wymuszający stan wysoki na wejściach K obydwóch przerzutników przeznaczony jest do wyłączania powiększalnika po ustawieniu kadru, ale możemy go także użyć do przerwania w dowolnym momencie odmierzania czasu.

Kolejnym elementem urządzenia jest układ włączania sygnalizacji akustycznej. Po zakończeniu odmierzania czasu na wyjściu Q przerzutnika IC14B stan zmienia się z wysokiego na niski. W konsekwencji tego na wyjściu bramki IC10C powstanie impuls dodatni, którego czas trwania określony jest przez pojemność C9 i rezystancję R23 (z wartościami podanymi na schemacie ok. 1s). Włączony zostaje przetwornik piezo z generatorem Q1, który sygnalizuje nam upłynięcie zadanego czasu. Ponieważ podczas wykonywania odbitek często włączający się sygnał akustyczny mógłby być denerwujący, przewidziano możliwość wyłączenia go przełącznikiem S11.

Następnym fragmentem układu wartym wzmianki jest układ generatora impulsów o zmiennym wypełnieniu, zrealizowany z wykorzystaniem multiwibratora NE555 – IC13. Potencjometrem P1 możemy regulować wypełnienie impulsów generowanych przez ten układ, w zakresie od blisko 0 do ok. 99%. Ciąg impulsów doprowadzony jest do wejść BI (wygaszających wyświetlacze) dekoderów IC1, IC4 i IC7. Ponieważ częstotliwość wygaszania i zapalania wyświetlaczy znacznie przekracza możliwości zarejestrowania tego zjawiska przez ludzkie oczy, otrzymujemy doskonałe złudzenie zmiany siły światła. Ponadto, występowanie efektu Schwartzschilda zmniejsza ryzyko zadymienia obrabianego materiału. Z wyjścia Q IC13 sterowany jest także punkt dziesiętny wyświetlacza DP2 oraz za pośrednictwem tranzystora T1 diody LED D7 ... D15, co powoduje ich przygasanie i rozjaśnianie symultanicznie z segmentami wyświetlaczy. Ano właśnie, do czego mają służyć te diody? O tym dowiemy się za chwilę, w części poświęconej montażowi zegara.

Musimy teraz wspomnieć o roli, jaką spełnia generator monostabilny IC12A, a jest to rola bardzo istotna. Jak już powiedziano, nasz zegar synchronizowany jest częstotliwością sieci energetycznej. Z wyjścia prostownika dwupołówkowego BR1 wysterowywany jest tranzystor T3, na którego kolektorze otrzymujemy przebieg o częstotliwości 100Hz (dlaczego 100, a nie 50Hz odpowiedzą sobie Czytelnicy sami) i o kształcie nieco zbliżonym do prostokątnego. Przebieg ten jest następnie formowany przez bramkę z przerzutnikiem Schmitta – IC10D, na której wyjściu otrzymujemy już idealny prostokąt. Pozornie wszystko jest w porządku i otrzymany ciąg impulsów moglibyśmy już zastosować do synchronizowania zegara. Niestety, napięcie sieciowe bywa bardzo zakłócone najrozmaitszymi „śmieciami" i mogłoby się zdarzyć, że na wejście zegara dostałyby się „niechciane" impulsy, zakłócając jego pracę. Przed takim wypadkiem zabezpiecza właśnie przerzutnik IC12A. Zasadę jego działania najlepiej ilustruje rysunek 5. Po wyzwoleniu przez opadające zbocze sygnału zegarowego, przerzutnik ten przestaje reagować na jakiekolwiek sygnały na wejściu (pracuje on w układzie bez podtrzymania). Jeżeli teraz ustawimy czas generowanego przez IC12A impulsu na „prawie" 10ms, to prawdopodobieństwo przedostania się do układu zakłóceń sieciowych zostanie zredukowane do minimum.

Typowo skonstruowany zasilacz stabilizowany nie wymaga chyba szczegółowego opisu. Można jedynie wspomnieć, że zastosowanie stabilizatora 5V było właściwie sprawą przypadku. Układ zegara będzie doskonale pracował w zakresie napięć zasilających 5 ... 15VDC. Warto natomiast omówić nieco szerzej układ wykonawczy, składający się z triaka TC1 i optotriaka Q1. Zastosowany w układzie optotriak stanowi barierę nie do przebicia dla napięcia sieciowego. Pomiędzy diodą świecącą a strukturą triaka znajduje się przezroczysta warstwa tworzywa o napięciu przebicia 4kV. Poza zabezpieczeniem użytkowników przed porażeniem prądem optotriak MOC3040 spełnia jeszcze jedną, bardzo ważną funkcję: włączania triaka w przy bliskim zeru napięciu sieci. Pozwala to na całkowitą eliminację zakłóceń, szczególnie dokuczliwych podczas pracy z powiększalnikiem wyposażonym w żarówkę halogenową 12 lub 24V, zasilaną z transformatora.

Montaż i uruchomienie

Mozaika ścieżek i rozmieszczenie elementów na płytkach drukowanych pokazane zostało na rysunkach 4 i 5. Montaż rozpoczynamy od większej, dwuwarstwowej płytki. Zanim jednak cokolwiek w nią wlutujemy, musimy wykorzystać ją jako matrycę do wykonania otworów w obudowie. Płytka została bardzo dokładnie zwymiarowana pod obudowę typu Z28 i tylko zastosowanie obudowy takiego właśnie typu może zagwarantować poprawne wykonanie zegara, zarówno pod względem funkcjonalnym jak i estetycznym.

Wykaz elementów

UKŁAD GŁÓWNY

Rezystory
- R1...R6, R8, R11...R14: 10kΩ
- R7: 560kΩ
- R9, R10, R15, R24: 1kΩ
- R17...R22, R25...R27: 560Ω
- R23: 1MΩ
- PR1, P1: 470kΩ
- PR2, R16: 100kΩ

Kondensatory:
- C1: 220pF
- C9, C2: 470nF
- C3, C4, C8: 10nF
- C5: 330nF
- C6: 220µF/16V
- C7, C10, C11: 100nF

Półprzewodniki:
- DP1, DP2, DP3 wyświetlacze siedmiosegmentowe LED, wspólna anoda, żółte
- D1...D4: 1N4001 lub odpowiednik
- D5, D6: 1N4148 lub odpowiednik
- D7...D15: LED f5mm żółte
- IC1, IC4, IC7: 4543
- IC2, IC3, IC5, IC6, IC8, IC9: 40192
- IC10, IC15: 4093
- IC11: 4518
- IC12: 4098
- IC13: NE555
- IC14: 4027
- T1: BC557 lub odpowiednik

Pozostałe:
- Q1: generator piezo
- S1 S9: przyciski typu RESET lutowane w płytkę (długie)
- S10A, S10B: przełącznik dźwigienkowy dwupozycyjny, dwusekcyjny
- S11: przełącznik dźwigienkowy
- Obudowa typu Z-28 (z okienkiem na wyświetlacze)
- Zasilacz

Wykaz elementów

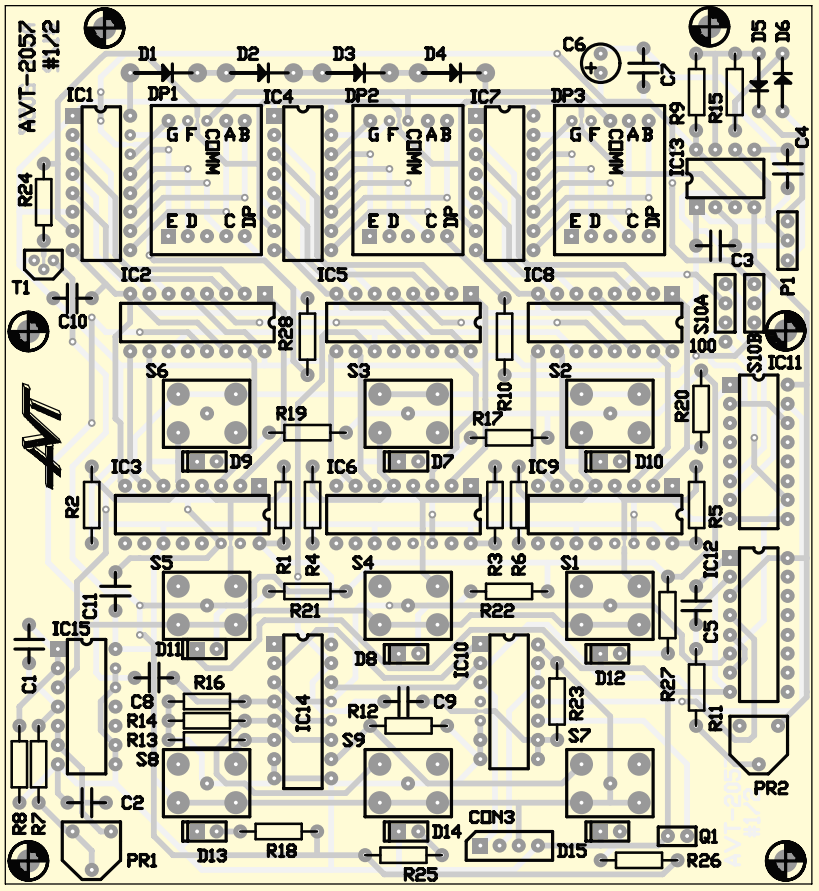
UKŁAD WYKONAWCZY

Rezystory
- R31, R30: 10kΩ
- R32: 3,3kΩ
- R33, R34: 220Ω
- R35, R36: 560Ω

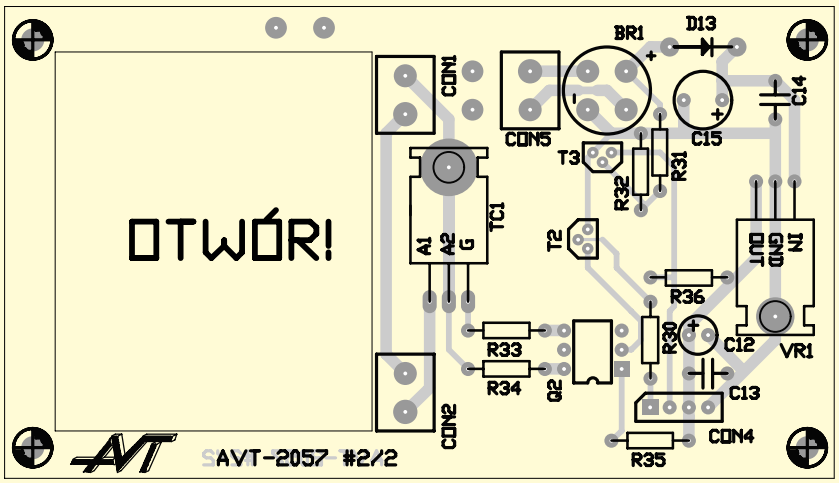
Kondensatory:
- C12: 220µF/10V
- C13, C14: 100nF
- C15: 1000µF/16V

Półprzewodniki:
- BR1: mostek prostowniczy okrągły 1A
- D16: 1N4001 lub odpowiednik
- UR1: 7805
- Q2: MOC3040
- TC1: BT136 lub odpowiednik
- T2, T3: BC548 lub odpowiednik

Pozostałe:
- CON1, CON2, CON5: ARK2
- Obudowa typu Z-27
- Transformator typu TS 6/40 (nie wchodzi w skład kitu)



Rys. 4. Schemat montażowy

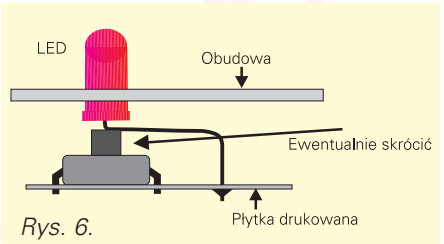


Rys. 5. Schemat montażowy układu wykonawczego

Warto zauważyć, że na płytce drukowanej pomiędzy punktami lutowniczymi przycisków S1-S9 zostały umieszczone dodatkowe otwory, z pozoru do niczego nie służące. Za chwilę przekonamy się jednak, jak bardzo są one potrzebne. Płytkę przykręcamy prowizorycznie wewnątrz obudowy i za pomocą bardzo cienkiego (maks. 1mm) wiertła przewiercamy obudowę poprzez płytkę w miejscach wyznaczonych przez wspomniane, dodatkowe punkty. Następnie wykonane otwory rozwiercamy do średnicy nieco ponad 5mm. Następnie płytkę odkręcamy od obudowy i przystępujemy do montażu.

Montaż dużej płytki nie wymaga komentarza: rozpoczynamy od elementów najmniejszych i podstawek pod układy scalone, a kończymy na wlutowaniu wyświetlaczy. Tu jedna uwaga: wyświetlacze musimy przylutować w pewnej odległości od płytki, w równej płaszczyźnie z powierzchnią kostek włożonych w podstawki.

Nadeszła wreszcie pora na wyjaśnienie roli, jaką pełnią diody LED D7 D15. Są one po prostu przyciskami sterującymi pracą zegara! Chyba każdy przyzna, że zastosowanie świecących diod jako przycisków sterujących działaniem urządzenia, mającego pracować w ciemności nie jest najgorszym rozwiązaniem. Sposób montażu diod najlepiej ilustruje rysunek 6.



Rys. 6.

Montaż zasilacza i części wykonawczej zegara wykonujemy tradycyjnie, a zmontowaną płytkę umieszczamy w obudowie, do której najpierw musimy przykręcić transformator. Szczegóły montażu są wyraźnie widoczne na zdjęciu. Podczas montażu zasilacza musimy pamiętać o zachowaniu zasad bezpieczeństwa: część płytki znajduje się pod napięciem sieci 220V! Ponieważ układ nie wymaga uruchamiania ani regulacji najlepiej będzie włączyć zasilanie 220V dopiero po umieszczeniu układu w obudowie. Zasilacz łączymy z zegarem za pomocą przewodu czterożyłowego.

Przewody zasilające powiększalnik przykręcamy do złącza CON2 na płytce zasilacza. A teraz uwaga:

Trzeci przewód kabla zasilającego powiększalnik – przewód uziemiający musimy koniecznie połączyć z środkowym stykiem wtyku, będącego integralną częścią obudowy zasilacza. Niespełnienie tego warunku może spowodować porażenie prądem w przypadku przebicia napięcia sieciowego na obudowę powiększalnika lub transformatora zasilającego żarówkę halogenową.

Zmontowany układ nie wymaga uruchamiania, a jedynie prostej regulacji długości impulsu generowanego przez przerzutnik monostabilny IC12A. Regulacji najlepiej dokonać za pomocą oscyloskopu, ale jeżeli nie posiadamy jeszcze tego cennego przyrządu, to możemy w ostateczności się bez niego obyć. Po włączeniu zasilania ustawiamy potencjometr montażowy na maksymalną oporność i po ustawieniu czasu 99,9 s włączamy zegar przyciskiem START. Najprawdopodobniej zauważymy, że zegar pracuje zbyt wolno, co można stwierdzić za pomocą stopera lub zegarka z sekundnikiem. Zmniejszamy teraz rezystancję PR1, aż do uzyskania prawidłowej pracy zegara.

Zbigniew Raabe

Podwójny system alarmowy

System ochrony garażu

Rosnące zagrożenie kradzieżą powoduje ciągły wzrost zainteresowania systemami alarmowymi.

Również listy kierowane do naszej redakcji świadczą, że Czytelnicy EdW są bardzo zainteresowani wszystkim, co ma związek z zabezpieczeniem mienia.

W naszym piśmie przedstawiono już szereg urządzeń alarmowych. Niniejszy artykuł prezentuje układ alarmu przeznaczonego do ochrony garażu.

Opisany dalej układ powstał dla zaspokojenia konkretnych potrzeb. Autorów poproszono o skonstruowanie układu alarmowego, który chroniłby wolno stojący garaż, oddalony o kilka metrów od domku jednorodzinnego.

Alarm miałby chronić w nocy garaż stojący tuż przy ulicy. Przy próbie włamania, w domu powinien odezwać się sygnał informujący śpiących właścicieli. Jednocześnie powinna zostać włączona głośna syrena umieszczona wewnątrz garażu. Pomiędzy domem a garażem przewidziano połączenie przewodem napowietrznym.

Przed zaprojektowaniem układu przyjęto następujące założenia.

- Urządzenie powinno składać się z dwóch niezależnych części: garażowej i domowej.
- Syrena i układ umieszczony w garażu powinny mieć własne źródło zasilania. Pobór prądu z tego źródła w stanie czuwania powinien być mniejszy niż 0,2mA.
- Cały system powinien być sterowany z domu. Dla wersji podstawowej, w garażu nie przewiduje się żadnego klucza wyłączającego alarm.
- Urządzenie powinno mieć możliwość rozbudowy przez dodanie klucza (zamek mechaniczny lub szyfrowy, klucz radiowy, klucz na podczerwień) umożliwiającego wyłączenie sygnalizatora umieszczonego w garażu – otwarcie garażu nie powodowałoby alarmu, ale byłoby sygnalizowane w mieszkaniu.
- Pomiędzy budynkami należy rozciągnąć przewód 2-żyłowy, czyli jakikolwiek przewód energetyczny czy telefoniczny. Przewód ten miałby wieloraką funkcję: służyć do przesyłania informacji o włamaniu, a także do zdalnego włączania i wyłączania części umieszczonej w garażu. Miałby także umożliwiać zdalne podładowywanie akumulatorów służących do zasilania części garażowej.
- Jakiekolwiek uszkodzenie tego przewodu (zarówno zwarcie, jak i rozwarcie) powinny być sygnalizowane zarówno w garażu, jak i w mieszkaniu.

Po wnikliwej analizie założeń i możliwości realizacyjnych celowe okazało się takie zaprojektowanie systemu, by część domowa i część centralowa montowane były na takich samych płytkach drukowanych.

Opis układu

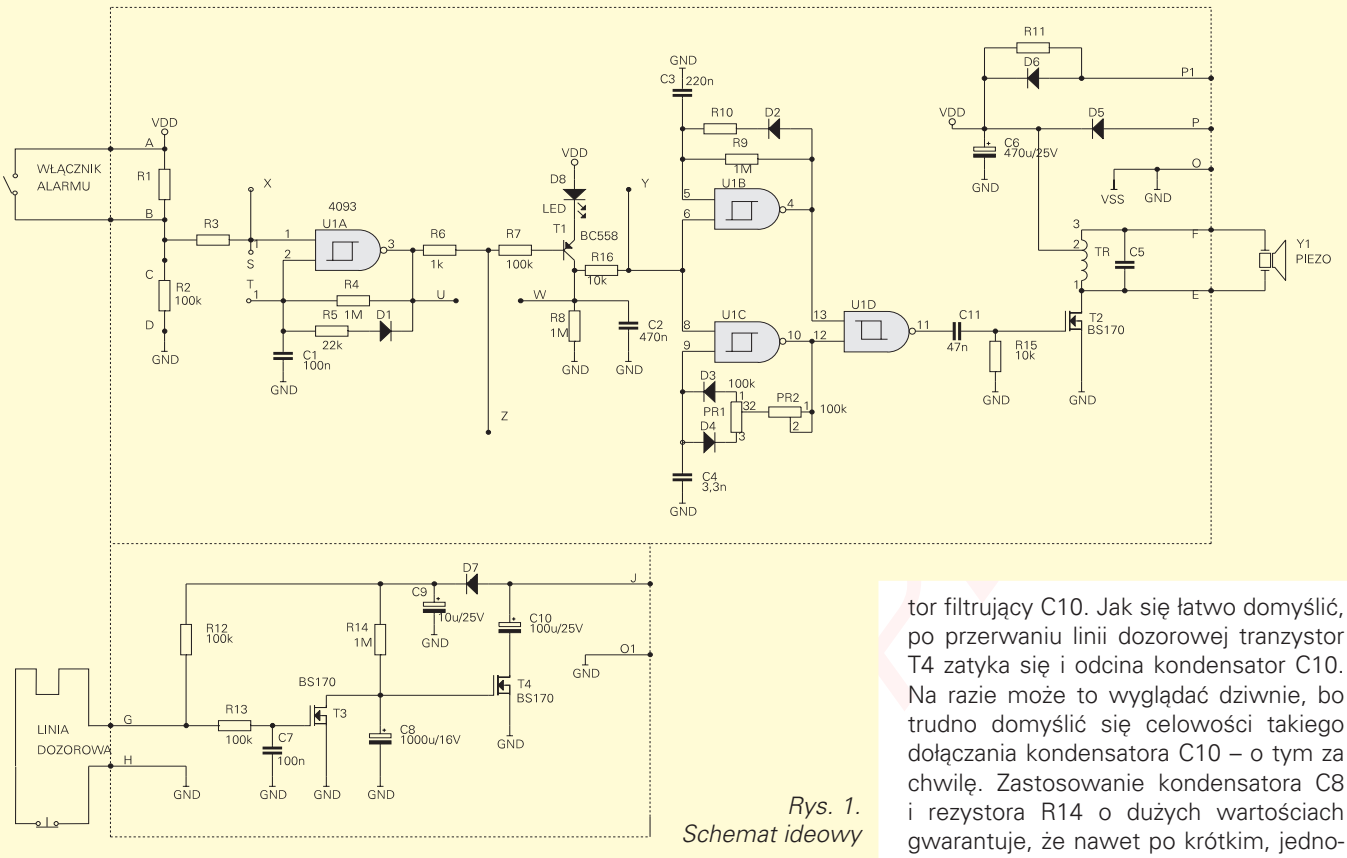
Na rysunku 1 pokazano pełny schemat ideowy układu, który można zmontować na płytce drukowanej, pokazanej na rysunku 2. Na pierwszy rzut oka trudno może zrozumieć generalną ideę projektu – wszystko dlatego, że w skład systemu wchodzą dwie takie płytki, przy czym nie wszystkie elementy będą montowane na obu płytkach.

W układzie z rysunku 1 można wyróżnić trzy oddzielne bloki:

– układ sterujący z bramką U1A
– generator alarmu z bramkami U1B-U1D, tranzystorem T2 i przetwornikiem piezo Y1
– czujnik włamania z linią dozorową, z tranzystorami T3 i T4.

Najprostsze jest działanie generatora alarmu: pojawienie się stanu wysokiego w punkcie Y, czyli na nóżkach 6 i 8 kostki U1, uruchamia dwa generatory zbudowane z bramkami U1B i U1C. Generator U1C wytwarza przebieg o częstotliwości około 3,5kHz. Ma to być częstotliwość równa częstotliwości rezonansowej użytego przetwornika piezo. Potencjometr PR2 pozwala ustawić tę częstotliwość. Dzięki zastosowaniu potencjometru PR1 i diod D3, D4 możliwa jest też zmiana współczynnika wypełnienia generowanych impulsów. Ta podwójna regulacja umożliwia nie tylko dostrojenie się do częstotliwości rezonansowej przetwornika piezo, ale również minimalizację poboru prądu przez dobranie optymalnej wartości współczynnika wypełnienia generowanego przebiegu 3,5kHz.

Dla uczynienia dźwięku bardziej dokuczliwym, wprowadzono generator taktujący z bramką U1B, pracujący z częstotliwością rzędu 2Hz. Częstotliwość wyznaczają tu elementy R9C3, a dodatkowo przewidziano miejsce na diodę D2 i rezystor R10, które umożliwiają zmianę współczynnika wypełnienia generowanego przebiegu taktującego. Elementy D2, R10 nie są montowane w wersji podstawowej. Osoby lubiące eksperymentować mogą według upodobań dodać rezystor R10. Przy diodzie D2 włączonej w kierunku pokazanym na schemacie,



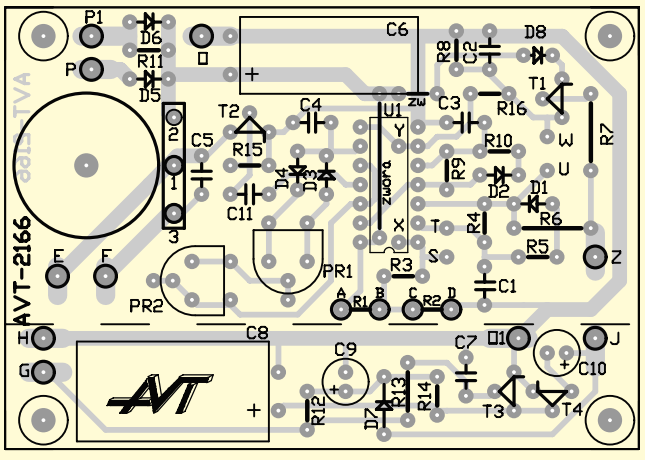
Rys. 1. Schemat ideowy

dodanie rezystora R10 zmniejsza współczynnik wypełnienia, czyli zmniejsza pobór prądu.

Bramka U1D daje na swoim wyjściu przerywany przebieg o częstotliwości 3,5kHz. Przebieg ten podawany jest na tranzystor T2 i przetwornik piezo, tworzący z cewką TR obwód rezonansowy dodatkowo zwiększający poziom sygnału. Dzięki zastosowaniu cewki, sygnał z przetwornika jest naprawdę przerażająco głośny.

Obwód C11, R15 jest konieczny, by nie uszkodzić tranzystora T2 przez podanie na niego na dłuższy czas stanu wysokiego – sytuacja taka ma miejsce podczas pracy układu (wtedy, gdy na nóżkach 4 i 13 jest stan niski).

Nieskomplikowane jest także działanie czujnika włamania z tranzystorami T3 i T4. Załóżmy, że między punkt J a masę (O1) podane jest napięcie zasilające. W stanie czuwania, gdy wszystko jest w porządku, przez rezystor R12 i linię dozorową płynie niewielki prąd. Oczywiście punkty G i H są zwarte, więc tranzystor T3 nie przewodzi. Kondensator C8 jest cały czas naładowany do niemal pełnego napięcia zasilającego (przez rezystor R14). Napięcie z kondensatora C8 w pełni otwiera tranzystor T4, a ten po prostu włącza między punkt J a masę kondensator filtrujący C10. Jak się łatwo domyślić, po przerwaniu linii dozorowej tranzystor T4 zatyka się i odcina kondensator C10. Na razie może to wyglądać dziwnie, bo trudno domyślić się celowości takiego dołączania kondensatora C10 – o tym za chwilę. Zastosowanie kondensatora C8 i rezystora R14 o dużych wartościach gwarantuje, że nawet po krótkim, jednorazowym naruszeniu linii dozorowej, alarm będzie wywołany na długi czas, określony właśnie stałą czasową R14C8.



Rys. 2. Schemat montażowy

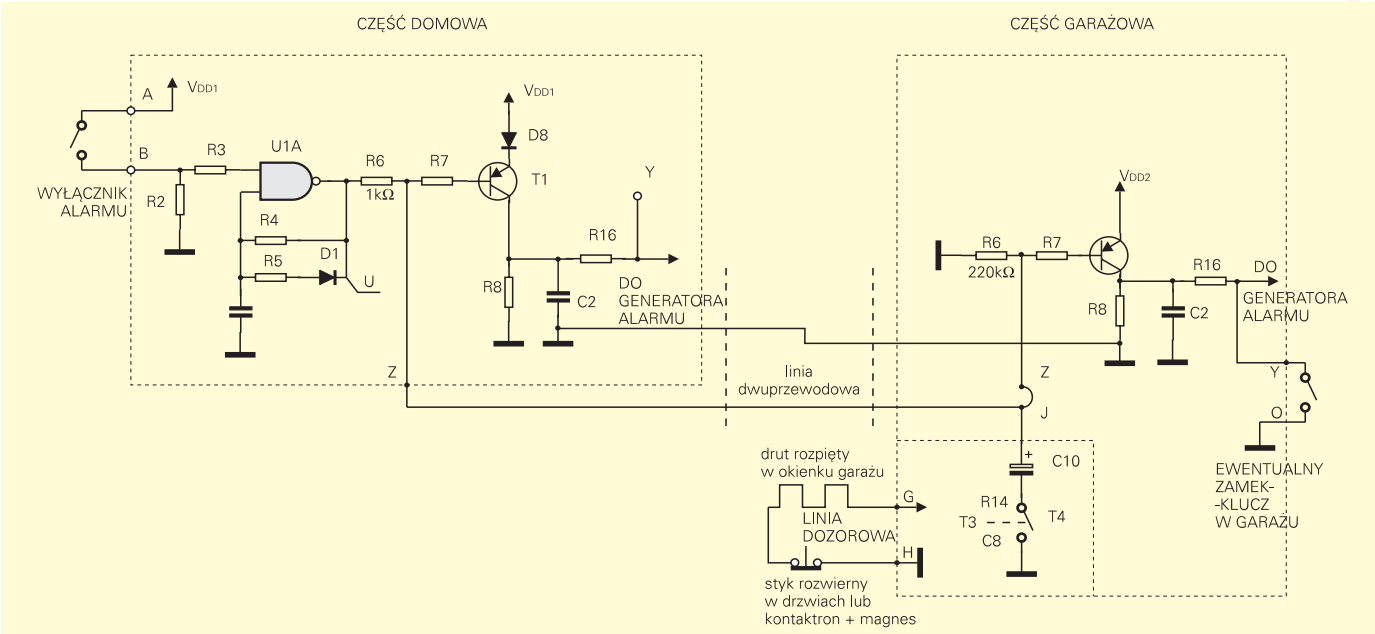
W tym miejscu wszyscy Czytelnicy zapewne płoną już z niecierpliwości, zastanawiając się, jak miałby działać taki dziwny układ. Pomocą w zrozumieniu idei będzie rysunek 3. Jak wspomniano, zarówno część garażowa, jak i część domowa montowane będą na takich samych płytkach drukowanych, nie będą jednak montowane wszystkie elementy – pokazuje to właśnie rysunek 3. Obie części mają być zasilane z oddzielnych źródeł prądu.

Rozpatrzmy teraz działanie części domowej.

Kluczową rolę ma tu generator z bramką U1A w części domowej.

Jeśli włącznik alarmu jest rozwarty, wtedy na wejściu 1 bramki U1A panuje stan niski. Generator nie pracuje, a na jego wyjściu utrzymuje się stan wysoki. Tranzystor T1 nie przewodzi i w punkcie Y panuje stan niski – generator alarmu nie pracuje.

Zamknięcie wyłącznika alarmu uruchomi generator U1A. Dzięki zastosowaniu diody D1 i rezystora R5 współczynnik wypełnienia impulsów występujących w punkcie U jest bliski jedności – to znaczy, że napięcie wyjściowe tego generatora przez większość czasu jest równe napięciu zasilającemu, a mniej więcej co 0,1 sekundy pojawia się tam na krótko stan niski, czyli napięcie masy. Przebieg ten pokazano na rysunku 4a. Jeśli punkt Z byłby



Rys. 3. Kluczowe obwody systemu

nie podłączony, wtedy taki sam przebieg występowałby w punkcie Z i te krótkie ujemne impulsy z wyjścia generatora U1A powodowałyby impulsowe przewodzenie tranzystora T1. Już jeden taki impuls powodowałby naładowanie się kondensatora C2, a tym samym uruchomienie generatora alarmu z bramkami U1B...U1D.

Co zrobić, by ujemne impulsy w wyjścia generatora U1A nie otwierały tranzystora T1?

Wystarczy między masę a punkt Z włączyć kondensator o odpowiedniej pojemności. Dołączenie kondensatora spowoduje, że napięcie w punkcie Z zostanie uśrednione – nie będzie już tam impulsów, tylko niewielkie zmiany napięcia – pokazuje to rysunek 4b. W tej sytuacji tranzystor T1 nie będzie się otwierał, czyli generator alarmu będzie wyłączony. Obecność diody LED D8 zwiększa odporność na ewentualne zakłócenia i powoduje, że alarm będzie wywoływany dopiero po odłączeniu kondensatora od punktu Z.

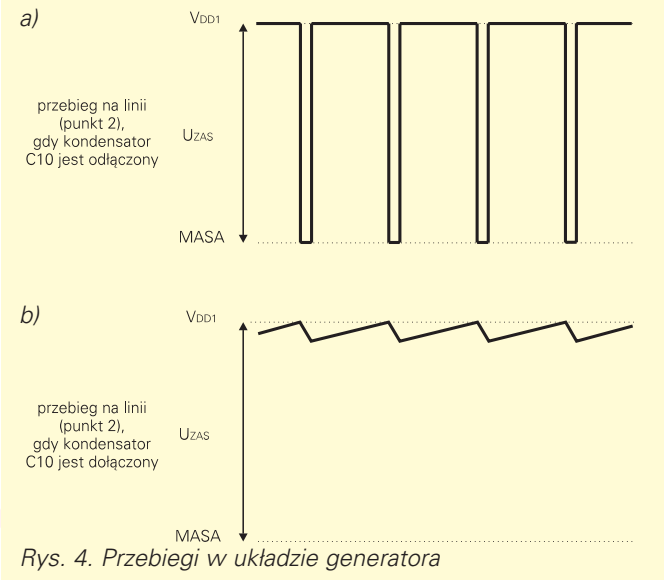
Jak się łatwo domyślić, tym dołączanym kondensatorem jest kondensator C10 w części garażowej. Kluczem jest oczywiście tranzystor T4. (Wnikliwych konstruktorów, wiedzących, że każdy MOSFET ma wbudowaną pasożytniczą diodę wsteczną między źródłem a drenem, można w tym miejscu uspokoić, że obwód z tranzystorem T4 będzie jednak pracował poprawnie.)

Teraz gdy już główna idea jest jasna, warto podkreślić ogromne zalety takiego niecodziennego rozwiązania.

Zastosowano tu linię dwużyłową – czyli w praktyce jakikolwiek dwużyłowy przewód. Ale te dwa przewody realizują wiele funkcji. Między innymi służą do włączania i wyłączania systemu. Należy zauważyć, że alarm będzie włączany zarówno w części domowej, jak i garażowej w przypadku naruszenia linii dozorowej, czyli przy próbie włamania do garażu. Ale alarm zostanie wywołany również po przecięciu przewodu, i to niezależnie od położenia wyłącznika alarmu. Alarm powstanie również po zwarciu obu żył przewodu. Takie zabezpieczenia powinny wystarczyć do ochrony przed przeciętnym złodziejem. Co prawda system można „oszukać" i unieruchomić, podając między żyły przewodu napięcie stałe o wartości zbliżonej do napięcia zasilania części domowej, ale takie działanie włamywacza jest mało prawdopodobne – należy przypuszczać, że wśród włamywaczy nie ma zbyt wielu elektroników.

Na schematach z rysunków 1 i 2 pokazano kilka dodatkowych elementów i punktów lutowniczych. Umożliwiają one dalszą rozbudowę, albo też nieco odmienne wykorzystanie układu.

- Przykładowo punkt Y w części garażowej umożliwia podłączenie dodatkowego zamka-klucza. W wersji podstawowej do sterowania pracą systemu służy jedynie wyłącznik alarmu, umieszczony w części domowej. Tymczasem w niektórych przypadkach dobrze byłoby wprowadzić możliwość blokowania alarmu w garażu przez uprawnionego użytkownika. Załóżmy, że właściciel wyjechał samochodem, a system jest włączony i ochrania przedmioty zgromadzone w garażu. Właściciel wraca i chce wstawić samochód do garażu. Ponieważ system jest włączony, po otwarciu drzwi garażu włącza się alarm, który można wyłączyć tylko w domu, gdzie akurat nie ma innych domowników. Żeby wyeliminować taką ewentualność wystarczy zastosować dodatkowy zamek-klucz – może to być ukryty wyłącznik, klucz radiowy lub na podczerwień. W każdym razie ten klucz powinien zewrzeć punkt Y w części garażowej do masy. Tym samym zablokowany zostanie generator alarmu, ale tylko w części garażowej. Naruszenie pętli dozorowej (otwarcie drzwi) będzie



Rys. 4. Przebiegi w układzie generatora

w każdym przypadku zasygnalizowane w domu. Taki system zwiększy bezpieczeństwo, bo zawsze będzie informował domowników o naruszeniu garażu.

Pojedynczy układ może też być wykorzystany inaczej, według indywidualnych potrzeb. Na przykład część układu zawierająca czujnik włamania (z tranzystorami T3 i T4) może być wykorzystana oddzielnie. Wystarczy w tym celu odciąć zaznaczoną część płytki drukowanej.

Pozostała część płytki może stanowić świetny sygnalizator alarmu, lepszy nawet od układu opisanego w poprzednim numerze, bo umożliwiający wykorzystanie różnorodnych sposobów sterowania.

Elastyczność układu zwiększają jeszcze obwody zasilania z diodami D5, D6 i rezystorem R11. Do punktu P może być dołączone główne źródło zasilania, czyli zasilacz sieciowy. Natomiast do punktu P1 można dołączyć źródło rezerwowe – akumulator lub baterię. Napięcie nominalne akumulatora powinno być o 2...3V mniejsze, niż napięcie zasilacza i wtedy dodatkowo można zastosować rezystor R11 o takiej wartości, by akumulator był stale doładowywany prądem rzędu 0,01...0,04C.

Do doładowywania małym prądem, rzędu 1...2mA akumulatora umieszczonego w części garażowej, można też wykorzystać wspomnianą linię dwuprzewodową. Prąd doładowujący płynąłby z wyjścia bramki U1A w części domowej, przez tę linię. W takiej wersji akumulatorek (9 lub 12V) dołączony byłby w części garażowej do punktów P1, O, przy czym diodę D6 i rezystor R11 należałoby zewrzeć. Należałoby też połączyć ze sobą punkty Z i P, przy czym w roli diody D5 dobrze byłoby zastosować diodę Schottky'ego. W takim rozwiązaniu należałoby jednak dokładnie dobrać napięcie zasilacza części domowej, by średnie napięcie na linii nie powodowało otwierania tranzystora T1 w części garażowej.

Wykaz elementów

Część domowa

Rezystory
- R2, R7: 100kΩ
- R4, R8, R9: 1MΩ
- R5: 22kΩ
- R6: 1kΩ
- R15,16: 10kΩ
- PR1, PR2: 100kΩ miniaturowe

Kondensatory
- C1: 100nF
- C2: 470nF
- C3: 220nF
- C4: 3,3nF
- C6: 470µF/25V
- C9: 10µF/25V
- C11: 47nF

Półprzewodniki
- D1, D3, D4: 1N4148
- D5, D6: 1N4001...7
- D8: LED żółta 3mm
- T1: BC558 lub dowolny pnp
- T2: BS170
- U1: CMOS 4093

Pozostałe
- TR: cewka z odczepem
- Y1: PCA-100-08-1

Część garażowa

Rezystory	
R6	220kΩ
R7, R12, R13	100kΩ
R8, R9, R14	1MΩ
R15, R16	10kΩ
PR1, PR2	100kΩ
Kondensatory	
C2	470nF
C3	220nF
C4	3,3nF
C6	470µF/25V
C7	100nF
C8	1000µF/16V
C9	10µF/25V
C10	100µF/25V
C11	47nF
Półprzewodniki	
D3, D4, D7	1N4148
T1	BC558 lub dowolny pnp
T2, T3, T4	BS170
U1	4093
Pozostałe	
TR	cewka z odczepem
Y1	PCA-100-08-1

Montaż i uruchomienie

Do wykonania systemu alarmu garażowego potrzebne będą dwie jednakowe płytki, pokazane na rysunku 2. Jednak układy montowane na obu płytkach będą się różnić: w części domowej nie jest potrzebny blok z tranzystorami T3 i T4, natomiast w części garażowej nie będzie wykorzystywany generator z bramką U1A.

Montaż należy wykonać według ogólnych zasad: najpierw zwory, potem rezystory, kondensatory i półprzewodniki. Układy scalone najlepiej wlutować bezpośrednio w płytkę.

Dostarczona cewka współpracująca z przetwornikiem piezo ma trzy wyprowadzenia. Rozróżnić je można tylko z pomocą przyrządu. Wystarczy jakikolwiek omomierz. Między punkty płytki oznaczone 1-2 dołączyć uzwojenie o oporności około 4Ω, a między punkty oznaczone 2-3: uzwojenie o rezystancji około 2Ω. Tak więc między punktami 1-3 uzwojenie powinno mieć maksymalną oporność około 6Ω. Przy zastosowaniu przetwornika PCA100-08 kondensatora C5 nie trzeba stosować – pojemność przetwornika z indukcyjnością cewki daje właściwą częstotliwość rezonansową.

Pomocą w montażu będą: rysunek 3, fotografie, wykaz elementów zawierający oddzielne spisy dla obu części systemu oraz poniższe uwagi.

- W obu płytkach należy wykonać po dwie zwory w okolicach układu U1.
- W płytce części domowej należy wykonać zworę w miejscu rezystora R3, nie należy natomiast montować elementów: R1, R10, R12, R13, R14, D2, D7, C5, C7, C8, C10, T3,T4.
- Na płytce części garażowej nie należy montować elementów: R1, R2, R3, R4, R5, R10,C1, C5, D1, D2, D8.

(uwaga – wartość rezystora R6 jest inna w obu płytkach: tu wynosi 220 lub 330kΩ).

W miejsce R1, R3, D8 należy wlutować zwory. Należy także wykonać zwory między punktami S-T oraz Z-J.

Przy zasilaniu z własnego źródła zasilania, nie należy montować elementów D5, D6 i R11 – trzeba je zastąpić zworami. Jeśli jednak ktoś chciałby wykorzystać dostępne w garażu napięcie 220V, może zastosować zasilacz i baterię rezerwową – wtedy diody D5 i D6 będą potrzebne.

Wnikliwych Czytelników zastanowi, dlaczego trzeba zamiast diody D8 wlutować zworę. Rzeczywiście nie jest to sprawa jednoznaczna. Zwora jest odpowiednia wtedy, gdy napięcie części garażowej jest o około 3V mniejsze od napięcia zasilania części domowej. Jeśli napięcia zasilania obu części miałyby być równe, diodę D8 w części garażowej należy wlutować – w przeciwnym razie sygnał alarmowy w garażu byłby włączony na stałe.

Część domową z powodzeniem można zasilać na przykład z zasilacza stabilizowanego (np. 15V), dołączonego do punktów P, O. Rezerwowe zasilanie może stanowić niewielki 12-woltowy akumulatorek dołączony do punktów P1, O.

Część garażowa powinna być zasilana z własnego źródła prądu o napięciu 12, ewentualnie 9V. W grę wchodzą tu dobre baterie alkaliczne (8 paluszków R6), trzy baterie płaskie, niewielki akumulator 12V, lub może nawet stary, zużyty akumulator samochodowy. Pobór prądu spoczynkowego części garażowej wyznaczony jest wartościami rezystorów R6 i R12. Prąd ten jest mniejszy niż 0,2A, więc nawet alkaliczne paluszki R6 z powodzeniem starczą na ponad pół roku pracy.

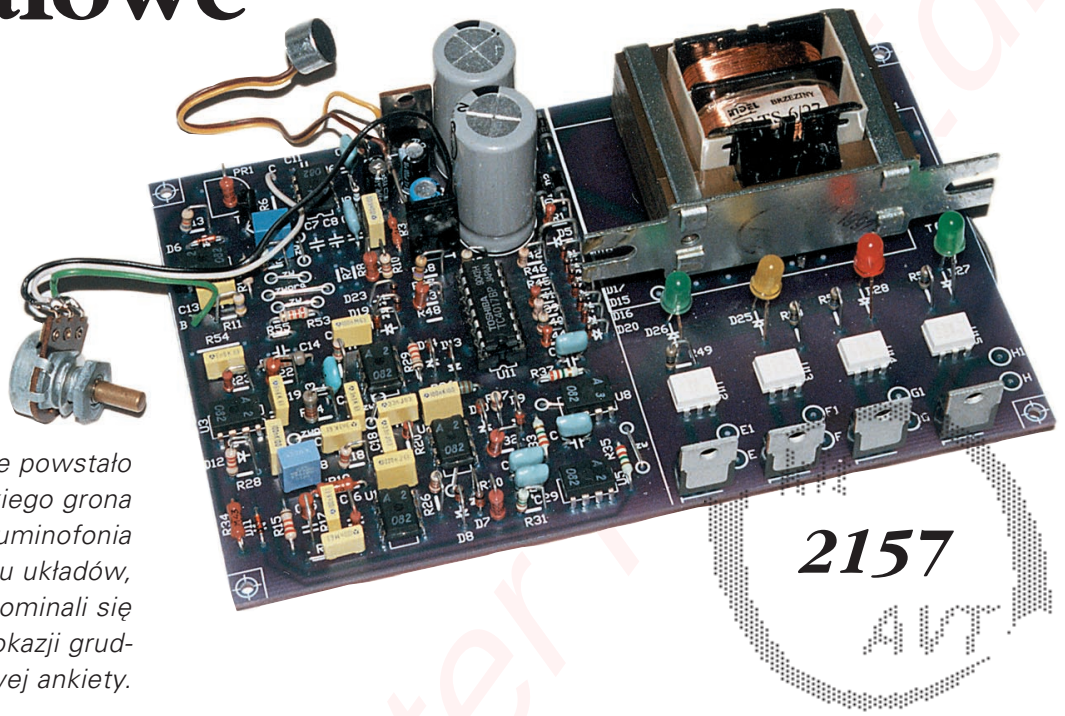
Obudowę, zarówno do części domowej, jak i garażowej, należy dobrać we własnym zakresie, pamiętając, że układ umieszczony w garażu powinien być zabezpieczony nie tylko przed wpływem wilgoci (polakierowany lakierem izolacyjnym), ale również musi być odporny na zniszczenie wskutek uderzenia przez ewentualnego włamywacza.

W przypadku, gdy linia między domem, a garażem będzie bardzo długa, dla zabezpieczenia uszkodzeniom lub błędom powstałym wskutek silnych zakłóceń impulsowych (uderzenie pioruna w pobliżu) pomiędzy obie żyły linii należy włączyć diodę Zenera większej mocy o napięciu nominalnym o 4...6V większym niż napięcie zasilania części domowej.

Piotr Górecki
Zbigniew Orłowski

Urządzenie iluminofoniczne 4-kanałowe

część II



Opisane niżej urządzenie powstało na zamówienie szerokiego grona Czytelników. Właśnie iluminofonia była jednym z kilku układów, o który najczęściej upominali się młodsi Czytelnicy przy okazji grudniowej ankiety.

Montaż i uruchomienie

Układ można zmontować na płytce drukowanej, pokazanej na rysunku 5. Montaż jest klasyczny, nie powinien sprawić trudności. Jak zwykle najpierw należy wlutować elementy najniższe: zwory oraz leżące rezystory i diody. Potem kondensatory, stojące rezystory, diody i stabilizatory. Układy scalone zazwyczaj montuje się w dalszej kolejności. Na koniec trzeba wlutować transformator, optotriaki, triaki i wykonać połączenia przewodowe potencjometru POT i mikrofonu Mic.

Przy montowaniu zestawu AVT-2157, czyli układu w wersji podstawowej, nie trzeba montować wszystkich elementów pokazanych na schemacie ideowym na rysunku 2. Najprościej mówiąc, nie będą montowane elementy, przy których na rysunku 2 nie podano wartości (nie dotyczy to diod i triaków). Szczegóły na ten temat można też znaleźć w wykazie elementów.

Na płytce można zamontować różne transformatory sieciowe. Zastosowany transformator musi mieć moc większą niż 4W, dzielone uzwojenie i mieć napięcie wtórne (zmienne) rzędu 2x(12...15V). Na rysunku 5 pokazano zwory, jakie trzeba wykonać stosując (zalecany) transformator TS 6/27.

Uwaga!
W urządzeniu występują napięcia mogące stanowić śmiertelne zagrożenie dla życia! Osoby niepełnoletnie mogą wykonać i uruchomić opisany układ tylko pod opieką wykwalifikowanych osób dorosłych.

Na tym etapie montażu nie trzeba jeszcze dołączać żarówek. Wystarczy napięciem 220V zasilić transformator TR1 – wskaźnikiem działania układu będą diody LED D25...D28.

Układ zmontowany ze sprawnych elementów nie wymaga uruchamiania i powinien od razu pracować poprawnie.

Przy ustawieniu potencjometru na minimum, zgaszone powinny być wszystkie diody LED. Przy ustawieniu potencjometru na maksimum już niezbyt głośne dźwięki powinny powodować zaświecanie diod LED.

Jeśli tak jest, układ należy jeszcze sprawdzić „w warunkach bojowych". To znaczy trzeba umieścić płytkę w pomieszczeniu, gdzie zainstalowany jest zestaw audio. Po włączeniu muzyki należy obserwować pracę diod LED i według upodobania ustawić położenie potencjometru POT.

Układ modelowy testowany był z różnymi egzemplarzami mikrofonów elektretowych, a uzyskane wyniki, czyli proporcje czasów świecenia poszczególnych diod były bardzo dobre. Testy przeprowadzono w pokoju, gdzie zainstalowany był sprzęt wysokiej jakości i wierności odtwarzania. Charakterystyka częstotliwościowa zestawu była płaska, bez podbicia wysokich czy niskich częstotliwości.

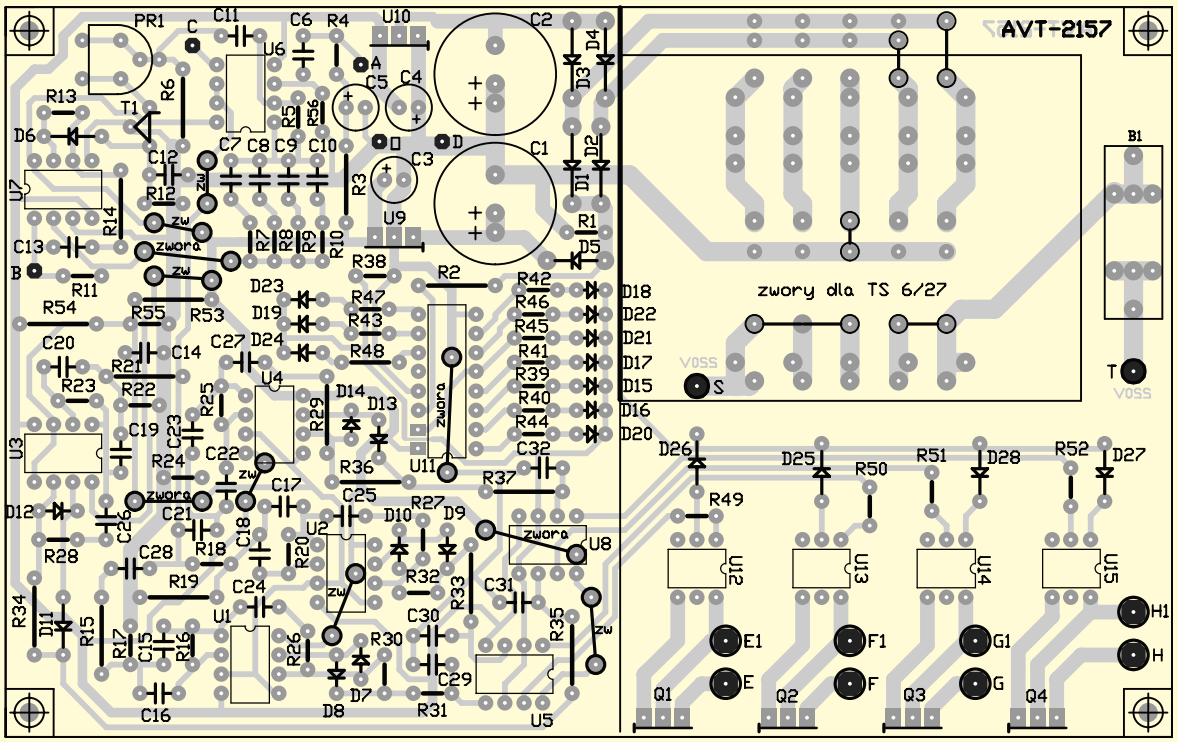
Jeśli urządzenie będzie używane w innych warunkach, na przykład na dyskotece, gdzie mocno uwydatnione są niskie częstotliwości, czułości poszczególnych kanałów być może trzeba będzie skorygować, by lampy związane z „najniższym" kanałem nie świeciły się bez przerwy. Jest to w sumie bardzo proste: wystarczy zmienić wartość jednego rezystora – będzie to rezystor R30. Ale może zajść potrzeba skorygowania czułości względnej innych kanałów. Jest to proste – w grę wchodzą cztery rezystory:

R30 – najniższe częstotliwości 50...200Hz
R32 – niskie i średnie częstotliwości 200...750Hz
R34 – średnie i wyższe częstotliwości 750...3,5kHz
R36 – wysokie częstotliwości >3,5kHz

Najprawdopodobniej rezystorów tych nie trzeba będzie zmieniać. Zostały one dobrane do średnich warunków. Gdyby jednak okazało się, że podczas odtwarzania muzyki któraś dioda świeci niemal bez przerwy, a inna prawie wcale – rezystory trzeba będzie skorygować według zasady: większa wartość rezystancji = większa czułość = dioda częściej się zaświeca.

Wartości tych rezystorów śmiało można zmieniać w zakresie 10kΩ...1MΩ.

W sumie wszystko będzie zależeć od właściwości akustycznych pomieszcze-



Rys. 5. Schemat montażowy

nia i preferowanej barwy dźwięku Podczas testów okazało się również, że różne rodzaje odtwarzanej muzyki mają różne proporcje składników w poszczególnych pasmach częstotliwości i trzeba przyjąć jakieś średnie warunki.

Poprzez dobranie wspomnianych rezystorów można dobrze dopasować działanie urządzenia do najczęściej odtwarzanej muzyki i uzyskać pożądane efekty.

Gdy praca diod świecących D25...D28 jest właściwa, należy dołączyć cztery kolorowe żarówki. Najlepiej będzie użyć gotowych żarówek z barwionym szkłem. W ostateczności można użyć zwykłych żarówek i zastosować kolorowe filtry. Doświadczenie uczy, że przy stosowaniu plastykowych barwnych filtrów trzeba zachować dostateczną odległość między szkłem żarówki a filtrem – zbyt mała odległość doprowadzi do stopienia się filtru.

Ze względu na wysoką temperaturę nie zdają również egzaminu próby pomalowania żarówek farbami, na przykład werniksem.

Obudowę do urządzenia należy dobrać we własnym zakresie. Najprawdopodobniej żarówki umieszczone będą poza obudową urządzenia. Na schemacie ideowym pokazano bezpiecznik sieciowy. Można wykorzystać gniazdo (sprężynki) wlutowywane w płytkę – przewidziano na to miejsce. Ale prawdopodobnie częściej będzie stosowana typowa oprawka bezpiecznikowa mocowana do obudowy – jak widać na rysunku 5 punkty lutownicze na płytce, służące do wlutowania blaszanej oprawki bezpiecznikowej są zwarte i przy wykorzystaniu takiego zewnętrznego bezpiecznika, na płytce nie trzeba wykonywać zwory.

Przy mocach sterowanych żarówek do 100...150W triaki nie wymagają żadnych radiatorów. Dopiero przy żarówkach większej mocy potrzebne będą niewielkie radiatorki z blachy.

Ponieważ na wkładkach radiatorowych triaków będzie występować pełne napięcie sieci, dobrze byłoby zabezpieczyć te okolice płytki, aby nie było możliwe przypadkowe dotknięcie ich ręką (przy otwartej obudowie). W praktyce będzie to trudne, nie tylko ze względów mechanicznych, ale także termicznych – każda osłona triaków będzie utrudniać odprowadzanie ciepła w nich wydzielanego.

Przy planowaniu połączeń, w których występować będą napięcia sieci energetycznej, należy zasięgnąć rady zaprzyjaźnionego elektryka, a przy ich wykonywaniu zachować szczególną staranność, by potem, w trakcie użytkowania, nie narazić siebie lub kogoś na porażenie prądem i utratę życia.

W zdecydowanej większości przypadków urządzenie zadziała już przy pierwszym włączeniu.

Ewentualne błędy będą wynikać albo z zamiany miejscami elementów, albo z niewłaściwego (odwrotnego) wlutowania układów scalonych, albo, co jest bardzo rzadkie – z niesprawności któregoś podzespołu.

Dlatego przy jakichkolwiek kłopotach należy przede wszystkim sprawdzić poprawność montażu. Jeszcze lepiej dać układ do sprawdzenia komuś drugiemu, by spojrzał na montaż „świeżym okiem".

Gdy nie widać błędu, należy woltomierzem napięcia stałego zmierzyć napięcia zasilania (±12V), a następnie napięcie stałe na wyjściach wszystkich wzmacniaczy operacyjnych w stosunku do masy. Powinno ono wynosić 0V±10mV.

Gdy napięcia stałe są w porządku, należy sprawdzić, czy pracuje wzmacniacz wstępny i co dzieje się na wyjściach filtrów. Posiadacze oscyloskopu zechcą kolejno obejrzeć przebiegi na wyjściach wzmacniaczy U6A, U7A. Przy mówieniu do mikrofonu z bliska, sygnał zmienny w tych punktach będzie większy niż 1V. Na wyjściach filtrów też powinny pojawiać się odpowiednie składowe sygnału. Z kolei na wyjściach prostowników, czyli na katodach diod D8, D9, D11 i D13 powinny pojawiać się wzmocnione dodatnie połówki sygnału z filtrów.

Prostym sposobem sprawdzenia pracy omówionych stopni jest dołączanie do wyjść kolejnych wzmacniaczy operacyjnych połączonych szeregowo słuchawek i rezystora rzędu 100...220Ω.

Najprostszym sposobem pomiaru, czy filtry i prostowniki pracują, jest pomiar napięć stałych na kondensatorach C29...C32. Przy mówieniu do mikrofonu na kondensatorach C30 i C31 powinno pojawiać się napięcie dodatnie rzędu 0,2...5V. Ze względu na dużą wartość rezystorów R31, R33, R35 i R37 pomiar ten należy wykonać przy użyciu miernika o dużej oporności wejściowej, najlepiej miernika cyfrowego.

Inną przyczyną niesprawności może być brak przebiegu schodkowego na rezystorze R38. Należy sprawdzić, czy pracuje licznik 4017 – powinien tam występować przebieg schodkowy o kształcie zbliżonym do pokazanego na rysunku 4. Jeśli go nie ma przyczyną jest uszkodzenie licznika, albo brak rezystora R2 bądź R1. Najlepiej jest sprawdzić przebieg na tym rezystorze za pomocą oscyloskopu, ale można też dołączyć słuchawki lub głośnik do któregokolwiek wyjścia i posłuchać, czy występuje tam terkot o częstotliwości kilkudziesięciu herców.

Możliwości zmian

(tylko dla zaawansowanych)

Osoby rozumiejące działanie poszczególnych bloków układu mogą wprowadzić szereg zmian, które pozwolą dostosować urządzenie do specyficznych upodobań.

Przede wszystkim można zmieniać częstotliwości charakterystyczne wszystkich filtrów. Ma to uzasadnienie przy korzystaniu ze sprzętu o dobrej jakości i odtwarzaniu muzyki z płyt kompaktowych. Można wtedy „rozstawić szerzej" częstotliwości środkowe kolejnych filtrów.

Wartości podane na schemacie odpowiadają częstotliwościom środkowym filtrów równym mniej więcej 140Hz, 420Hz i 1,7kHz. Można spróbować zmniejszyć częstotliwość „najniższego" filtru przez zmianę kondensatorów C15 i C15 z 100nF na 150nF, na przykład przez dolutowanie od druku kondensatorów 47nF (wartości rezystorów R15, R16 i R17 pozostają bez zmian).

Z kolei częstotliwości dwóch kolejnych filtrów można przesunąć w górę, wymieniając kondensatory C17 i C18 z 33nF na przykład na 22nF, co da częstotliwość środkową około 630Hz. Z kolei wymiana C19 i C20 z 6,8nF na 3,3nF da częstotliwość środkową około 3,5kHz. W takim wypadku konieczne będzie przesunięcie częstotliwości granicznej filtru górnoprzepustowego przez zmianę C21, C22 i C23 (przy czym powinno być C21=C22=2xC23), z 3,3nF i 1,5nF na 1,5nF i 750pF. Da to podwyższenie tej częstotliwości dwukrotnie, czyli do około 7kHz.

Filtr górnoprzepustowy ze wzmacniaczem U4A ma mniejszą stromość zbocza, niż pozostałe filtry środkowoprzepustowe. Jeśli komuś to przeszkadzałoby, śmiało może przerobić czwarty filtr na środkowoprzepustowy o częstotliwości środkowej rzędu kilku czy kilkunastu kiloherców. Wystarczy kondensator C21 zmienić na rezystor o wartości 22kΩ. Także wartości rezystorów R24 i R25 powinny być takie same, jak w pozostałych filtrach, czyli wynosić 1,5kΩ i 91kΩ. O częstotliwości środkowej zadecydują pojemności C23 i C22. Gdy będą równe 1nF, częstotliwość środkowa czwartego filtru wyniesie mniej więcej 10kHz.

Po takiej zmianie częstotliwości filtrów, być może poszczególne lampy będą zapalać się zbyt mocno lub zbyt słabo w porównaniu z innymi lampami. Dla zrównoważenia sytuacji wystarczy zmienić wartości rezystorów w prostownikach. Jak podano, wartości rezystorów R30, R32, R34 i R36 można zmieniać w granicach 10kΩ do 1MΩ. Inną drogą jest zmiana przebiegu charakterystyki wzmacniacza wstępnego, przez zmianę elementów R9C9 i R10C10, oraz ewentualnie dodanie dwójnika R8C8, ale wymaga to przeprowadzenia kilku prób i obliczenia lub dobrania drogą eksperymentu właściwych wartości tych elementów.

W pierwotnej wersji układu przewidziano obwód automatyki ze wzmacniaczem U7B i tranzystorem polowym T1. Osoby, które chciałyby wykorzystać ten obwód muszą samodzielnie dobrać wartość rezystorów R13 i R14 we wzmacniaczu automatyki oraz rezystancji PR1, która wraz z rezystancją kanału otwartego rezystora wyznaczą największe wzmocnienie. Rezystor R6 ustalałby minimalne wzmocnienie – bez niego minimalne wzmocnienie, przy zamkniętym tranzystorze T1 będzie równe 1. Przy wykorzystaniu obwodu automatyki być może trzeba będzie zmniejszyć wartość rezystora R4, by najsilniejsze sygnały nie miały wartości większej niż 100mVpp. W pewnych przypadkach trzeba będzie również zastosować dodatkową kompensację częstotliwościową wzmacniacza U7B, by nie dopuścić do powstania drgań w pętli dodatniego sprzężenia zwrotnego.

Kto chciałby zmienić działanie bloku, umożliwiającego kilkustopniową regulację jasności lamp, ma dwie drogi:

– zwiększyć liczbę stopni jasności przez wydłużenie cyklu licznika z 6 do 10,
– zmniejszyć liczbę stopni jasności lamp, przez skrócenie cyklu licznika.

Aby zmienić długość cyklu licznika, należy przeciąć ścieżkę między wyjściem Q6 a wejściem zerującym RST (nóżki 5 i 15). Przy potrzebnym cyklu licznika równym 10, nóżkę 15 trzeba zewrzeć do masy. Przy innych długościach cyklu trzeba nóżkę 15 zewrzeć do odpowiedniego wyjścia. Przykładowo zwarcie wejścia RST z wyjściem Q3 spowoduje zliczanie do trzech. Ponieważ licznik jest taktowany podwojoną częstotliwością sieci, więc trzy takty częstotliwości 100Hz dadzą 30ms.

Przy długości cyklu większej niż 6 należy wlutować diody D21...D24 oraz rezystory R45...R48. Oto ich wartości:

R45 – 75kΩ
R46 – 120kΩ
R47 – 200kΩ
R48 – 330kΩ

Wykaz elementów

Rezystory
R1: 10k
R2,R5,R36,R56: 100k
R3: 1k
R4: 2,2k
R6-R8,R12,R14,
R45-R48,R53,R54 (nie montować)
R9: 2k lub 2,2k
R10: 47k
R11,R34: 470k
R13,R55 zwora
R15,R18,R21,R24,R26-R29: 22k
R16,R20,R23: 91k
R17,R19,R22: 1,5k
R25,R42: 15k
R30,R32: 220k
R31,R33,R35,R37: 2,2M
R38: 470Ω
R39: 3,3k
R40: 5,6k
R41: 9,1k
R43: 24k
R44: 43k
R49,R50,R51,R52: 680Ω
POT Potencjometr 10kΩ/B
PR1 (nie montować)

Kondensatory
C1,C2: 2200µF\25V
C4,C3: 100µF\16V
C5: 47µF\16V
C6,C10,C15,C16,C25-C27: 100n
C7,C8,C11-C14 (nie montować)
C9: 15nF
C17,C18: 33nF
C19,C20: 6,8nF
C21,C22: 3,3nF
C23: 1,5nF
C24: 220nF
C28: 470nF
C29,C30,C31,C32: 10nF

Półprzewodniki
D1,D2,D3,D4,D5: 1N4001...7
D7-D20: 1N4148
D6,D21-D24 (nie montować)
D25,D26,D27,D28 diody LED 5mm czerwone lub różnokolorowe
Q1,Q2,Q3,Q4 triaki BTA12 lub podobne (6A/600V)
T1: BF245B (nie montować)
U1- U8: TL082 (TL072)
U9: LM7812
U10: LM7912
U11: CMOS 4017
U12,U13,U14,U15: MOC3040 (3041, 3042)

Pozostałe
TR1: transformator sieciowy TS 6/27
Mic: Mikrofon elektretowy dwukońcówkowy
Uwaga! Elementy: R6-R8,R12,R14,R45-R48,R53,R54,PR1,C7,C8,C11-C14,D6,D21-D24, T1, żarówki i obudowa nie wchodzą w skład kitu AVT2157.

Wydłużenie cyklu do 10 taktów, czyli 100ms może jednak powodować zauważalne miganie dołączonych żarówek.

Jeśli ktoś chciałby skrócić cykl pracy licznika, zmniejszy tendencje do migotania żarówek, ale tym samym zmniejszy liczbę różnych poziomów jasności lamp.

W skrajnym przypadku można zupełnie wyłączyć licznik U11 i pracować tylko przy dwóch poziomach: lampa świeci – lampa nie świeci.

Można to zrobić przynajmniej na dwa sposoby. Używając licznika, wystarczy podać na jego wejście RST na stałe stan wysoki – licznik nie będzie zliczał. Do eksperymentów zapewne wystarczy regulacja poziomu sygnału za pomocą potencjometru POT, ale gdyby ktoś chciał pracować

w takim trybie dwustanowym, dla zwiększenia zakresu regulacji warto zwiększyć wartość rezystora R39 do około 10kΩ.

Jeśliby układ miał na stałe pracować wyłącznie w trybie dwustanowym, nie trzeba stosować ani licznika U11, ani rezystorów R38...R48, ani współpracujących z nimi diod.

Wystarczy zamiast R38 wlutować zworę, natomiast próg włączania lamp będzie wtedy regulowany napięciem podawanym na wejścia nieodwracające kostek R1...R4. Wtedy trzeba wlutować rezystor R55 oraz rezystor R54. Napięcie na rezystorze R55 (ujemne napięcie stałe o wartości kilkudziesięciu do kilkuset miliwoltów) wyznaczy próg przełączania komparatorów, czyli próg zapalania lamp.

Uwagę bardziej doświadczonych elektroników trzeba jeszcze zwrócić na stałe czasowe filtrów uśredniających sygnał z prostowników.

W proponowanym układzie wszystkie filtry mają jednakowe stałe czasowe, równe mniej więcej

$$2{,}2M\Omega \times 10nF = 22ms,$$

co odpowiada dwóm półokresom napięcia sieci energetycznej.

Można rozważyć, czy nie warto zwiększyć trochę stałej czasowej „najniższego" filtru, czyli praktycznie zwiększyć pojemność C29 do 22 czy nawet 47nF, pojemności dwóch „górnych" filtrów zmniejszyć przez zmniejszenie C31 i C32 do 4,7nF czy nawet 2,2nF.

Każdy, kto chciałby poeksperymentować z układem, może też inaczej dobrać rezystory R39...R48, ustalające wysokość poszczególnych schodków. Stosując jako źródło sygnału generator dołączony w miejsce mikrofonu można drogą eksperymentu według upodobania dobrać jasności żarówek dla różnych poziomów sygnału.

W układzie wykorzystano optotriaki „z przełączaniem w zerze sieci". Skutecznie eliminuje to zakłócenia impulsowe występujące przy sterowaniu fazowym. Ale cenna zaleta, polegająca na wyeliminowaniu zakłóceń, poniekąd okupiona jest zwiększeniem tendencji do migotania żarówek, ze względu na znaczną długość cyklu licznika U11, zwłaszcza przy zliczaniu do dziesięciu.

Ambitni elektronicy mogą rozważyć, czy nie warto dobudować dodatkowego bloku, zawierającego układ synchronizacji „w zerze sieci" oraz jakikolwiek licznik o częstotliwości 1kHz±50Hz.

Układ synchronizacji zerowałby licznik U11 przy każdym przejściu napięcia sieci przez zero – nie jest to wcale trudne zadanie. Można je zrealizować na podwójnym wzmacniaczu operacyjnym, albo przy odrobinie pomysłowości na bramkach (lub inwerterach) Schmitta. Z generatorem 1kHz±50Hz sprawa jest jeszcze prostsza.

Licznik pracowałby przy pełnej długości cyklu, czyli zliczałby do 10. Przy częstotliwości taktowania równej 1kHz i zliczaniu do 10 cykl pracy licznika wynosiłby 10ms, czyli tyle, ile półokres sieci.

Oczywiście triaki byłyby w takiej sytuacji sterowane fazowo. Niezbędny byłby więc sieciowy filtr przeciwzakłóceniowy. Dla prawidłowej pracy komparatorów konieczne byłoby także odwrotne wlutowanie sieci rezystorów R39...R48 (R39-330kΩ, R40-200kΩ ... R48-3,3kΩ), żeby uzyskać schodki narastające, a nie malejące – porównaj rysunek 4.

Oczywiście takie dodatki trochę skomplikowałyby układ, ale w zamian za to uzyska się znakomite parametry iluminofonii – płynne zaświecanie poszczególnych żarówek w zależności od poziomu sygnału. Doskonały efekt płynnej zmiany jasności żarówek wraz z poziomem sygnału jest możliwy jedynie dzięki zastosowaniu „logarytmicznych" schodków, wytwarzanych dzięki licznikowi U11 i rezystorom R39...R48. Takiego efektu w żaden sposób nie zapewnią układy płynnej regulacji jasności, wykorzystujące generator przebiegu liniowego, czyli tzw. piły, albo schodki o jednakowej wielkości.

Zaprezentowany układ jest więc bardzo elastyczny i można z jego pomocą uzyskać znakomite efekty, niedostępne w typowych, spotykanych w handlu, bardzo uproszczonych rozwiązaniach.

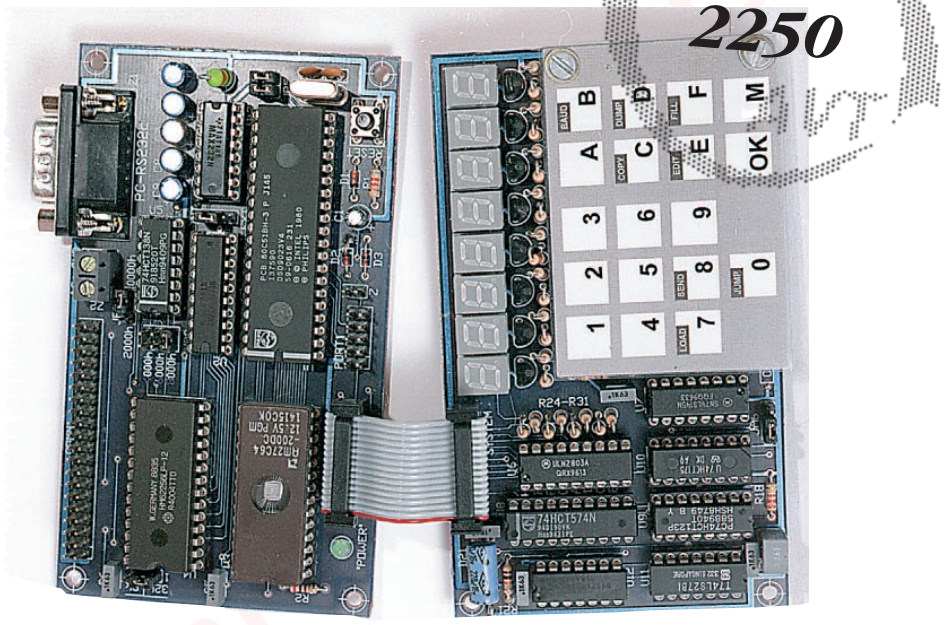
Piotr Górecki
Zbigniew Orłowski

Created in Master PDF Editor

Mikrokomputer edukacyjny z 8051 – oprogramowanie

część 3

Kończymy opis komputerka edukacyjnego. W tej części opiszemy niezbędne do uruchomienia wyposażenie dodatkowe, zasilacz oraz kabel połączeniowy z komputerem wyposażonym w złącze transmisji szeregowej. Wszystkim posiadaczom takiego sprzętu pozwoli to na szybkie ładowanie pisanych przez siebie w przyszłości programów do opisywanego systemu mikroprocesorowego. Opiszemy też podstawowe funkcje dostępne z poziomu monitora, czyli programu nadzorującego pracę komputerka AVT-2250, a zawartego w pamięci EPROM dostarczanej wraz z zestawem do samodzielnego montażu.



Na początku artykułu małe przeprosiny ze strony redakcji. Sprawa dotyczy szablonu do wykonania klawiatury komputerka. Ponieważ z poprzednim numerze EdW zabrakło we wkładce miejsca, brakujący rysunek zamieszczamy w niniejszym numerze Elektroniki dla Wszystkich.

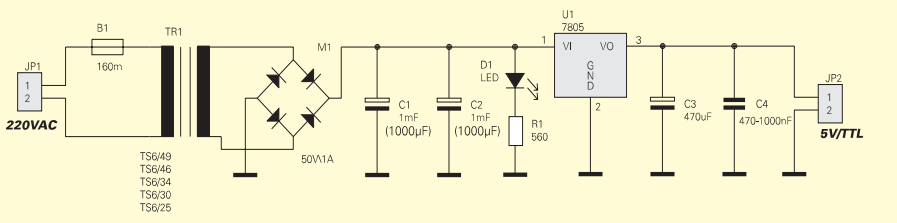
Pora teraz do wyposażenia naszego komputerka w niezbędne do pracy peryferia: zasilacz i kabel.

Zasilacz +5V TTL

Ta część artykułu przyda się z pewnością tym z Was którzy, nie polegając na fabrycznych rozwiązaniach, chcą samodzielnie wykonać dobrej jakości zasilacz stabilizowany niezbędny do prawidłowej pracy naszego komputerka. Wystarczająco duża wydajność prądowa oraz niewielkie rozmiary pasujące idealnie do obudowy typu „wtyczka", predystynują proponowane przez nas rozwiązanie specjalnie do współpracy z układem AVT-2250.

Schemat elektryczny układu zasilacza przedstawia rysunek 1. Zastosowano typowy układ ze stabilizatorem scalonym U1 typu 7805. Bezpiecznik B1 zabezpiecza pierwotne uzwojenie transformatora TR1 przed uszkodzeniami, spowodowanymi przecięciami lub przeciążaniem. Mostek M1 wraz z kondensatorami C1 i C2 prostują napięcie zmienne oraz wygładzają je. Stabilizacja na poziomie TTL czyli 5V z tolerancją +/- 0,25V odbywa się dzięki układowi U1, na wyjściu którego zastosowano dodatkowy kondensator elektrolityczny U3 oraz zapobiegający wzbudzeniom kondensator blokujący C4.

Całość mieści się na niewielkiej jednostronnej płytce drukowanej, dostosowanej rozmiarami do obudowej typu Z-21. Rozmieszczenie elementów przedstawia rysunek 2. W przypadku umieszczenia zasilacza w takiej budowie, należy przed rozpoczęciem montażu elementów odciąć rogi płytki zgodnie z obrysem, tak aby dała ona się wcisnąć w głąb dolnej części obudowy.



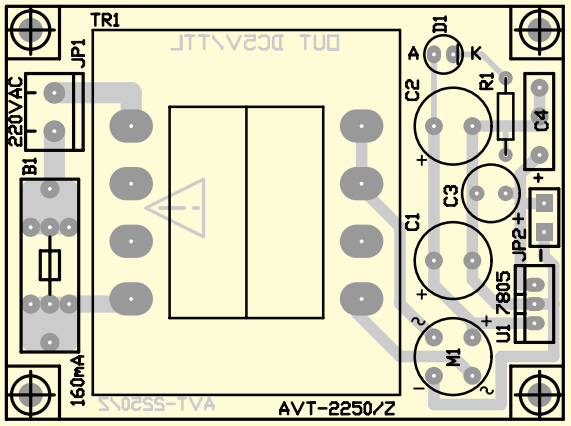
Rys. 1. Schemat elektryczny zasilacza

Montaż jest bardzo prosty. Należy wlutować wszystkie elementy zwracając uwagę na polaryzację. Diodę D1 sygnalizująca załączenie zasilacza należy wlutować na przedłużonych końcówkach, tak aby po zamknięciu pokrywy zasilacza, jej soczewka wystawała przez wywiercony w niej wcześniej otwór.

Kabel doprowadzający napięcie zasilające układ komputerka nie powinien być zbyt długi (l<2m). W miejscu wyprowadzenia poza obudowę przewód warto zabezpieczyć kawałkiem rurki termokurczliwej, lub specjalnego giętkiego przepustu dostępnego w handlu. Jako transformator najlepiej jest zastosować typ TS6/49, lecz można także użyć jednego z typów podanych na schemacie z rys.1, zwracając uwagę przy zakupie na zgodność wyprowadzeń z płytka drukowaną. Ze względów bezpieczeństwa nie zaleca się wykonywania przeróbek płytki od strony uzwojenia pierwotnego transformatora.

Po zmontowaniu zasilacza należy sprawdzić jego napięcie wyjściowe, które powinno wynosić +5V (z odchyłką 0,25V).

Uwaga: Wszelkie prace uruchomieniowe zasilacza należy przeprowadzić po kompletnym zmontowaniu całego układu, sprawdzeniu jakości i poprawności



Rys. 2. Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej zasilacza

montażu oraz zamknięciu zasilacza w obudowie. Osoby niedoświadczone powinny skorzystać z pomocy osób obeznanych z zasadami uruchamiania urządzeń zasilanych z sieci energetycznej 220V.

Na zakończenie uwaga dotycząca chłodzenia układu stabilizatora U1. Ponieważ nasz komputerem pobiera stosunkowo mały prąd (<200mA) stosowanie radiatora nie jest konieczne. Ci z Was którzy zechcą przygotować proponowany zasilacz na większe obciążania (>0,5A) mogą do układu U1 przykręcić kawałek cienkiej aluminiowej blachy formując ją przedtem tak aby bez problemu mieściła się pod pokrywą obudowy zasilacza.

Kabel połączeniowy

Ta część artykułu przeznaczona jest nie tylko dla posiadaczy komputerów PC, ale i dla tych którzy ich nie mają. Otóż opisany poniżej kabel może przydać się także osobom które swoją edukację zaczną na kartce papieru. Za pomocą takiego kabla można będzie także połączyć dwa komputerki AVT-2250 w bardziej rozbudowanych zastosowaniach, których w tej chwili przecież nie można przewidzieć. Być może niektórzy z Was posiądą takie umiejętności programowania, że do spełnienia warunków postawionego przed sobą projektu potrzebny będzie nie jeden ale dwa procesory serii 8051. Dlatego kabel taki warto wykonać już dziś, chociażby dla świętego spokoju.

Oczywiście nie musze przypominać że kabel jest niezbędny tym z Was którzy posiadają komputer klasy PC i zamierzają korzystać z niego przy nauce programowania przy pomocy naszego komputerka edukacyjnego. Ponieważ prezentowany komputerek komunikuje się z komputerem PC poprzez złącze transmisji szeregowej (korzysta z niego np. myszka), niezbędny jest do połączenia stosowany kabel. Prawdę mówiąc odpowiedni do tego celu typ można nabyć w sklepie z artykułami komputerowymi. Należy poprosić o „kabel z 9-kontaktowymi końcówkami żeńskimi". Nie muszę w tym miejscu przypominać, że Ci z was którzy używają w swoim PC-cie myszki, muszą sprawdzić czy mają drugie wolne złącze typu RS-232c. Na szczęście standardowo komputery mają po 2 pory transmisji szeregowej, toteż nie ma się o co martwić, jednak często oba gniazda różnią się od siebie wielkością. Stosuje się gniazda typu DB9M oraz DB25M, czyli odpowiednio 9 i 25 końcówkowe – oba męskie, czyli z widocznymi szpilkami (bolcami). Dodatkowe informacje na ten temat można znaleźć w artykule n.t. łącza szeregowego w numerze EdW 6,7/97.

W wypadku jeżeli wolne złącze COM ma gniazdo typu DB25M, należy dodatkowo zaopatrzyć się w odpowiednią „przelotkę".

Jeżeli już kupimy kabel w sklepie, należy dodatkowo np. za pomocą próbnika zwarć sprawdzić, czy wszystkie końcówki na obu końcach są ze sobą połączone. Wyjątkiem są końcówki 2 i 3, które powinny się „krzyżować". Jeżeli tak nie jest, należy rozebrać z jednej strony wtyczkę kabla i korzystają z lutownicy zamienić miejscami przewody od wspomnianych wyprowadzeń, tak aby końcówka 2 przechodziła na 3, i odwrotnie.

Tym którzy chcą tańszym kosztem i samodzielnie wykonać stosowany kabel połączeniowy, zamieszczam odpowiednie rysunki ze schematem połączeń – rysunek 3a i b.

Komputerek AVT-2250 komunikuje się z komputerem PC w trybie półdupleksowym bez sprzętowego potwierdzenia transmisji. Stąd odpowiednie zwory z obu stron kabla wykonane na wtyczkach pomiędzy sygnałami RTS i CTS oraz DSR i DTR. Na rysunku pokazano dwa warianty połączeń, dla posiadaczy wolnego złącza COM typu DB25 (długiego) oraz dla tych którzy mają wolne krótkie złącze – DB9.

Do transmisji wystarczy dowolny 3 żyłowy kabel, najlepiej miedziany typu „plecionka". Długość kabla może wynosić nawej ponad 20 m (standard RS232c pozwala na stosowanie o wiele dłuższych kabli), jednak przy tak długim połączeniu,warto wiązkę 3 przewodów umieścić w ekranie. W handlu są dostępne odpowiednie przewody 3-żyłowe z ekranem wykonanym z plecionego drutu miedzianego. Ostatecznie można wykorzystać zwykły 3-żyłowy kabel sieciowy (z przewodem uziemiającym), lecz nie będzie to zbyt poręczne rozwiązanie.

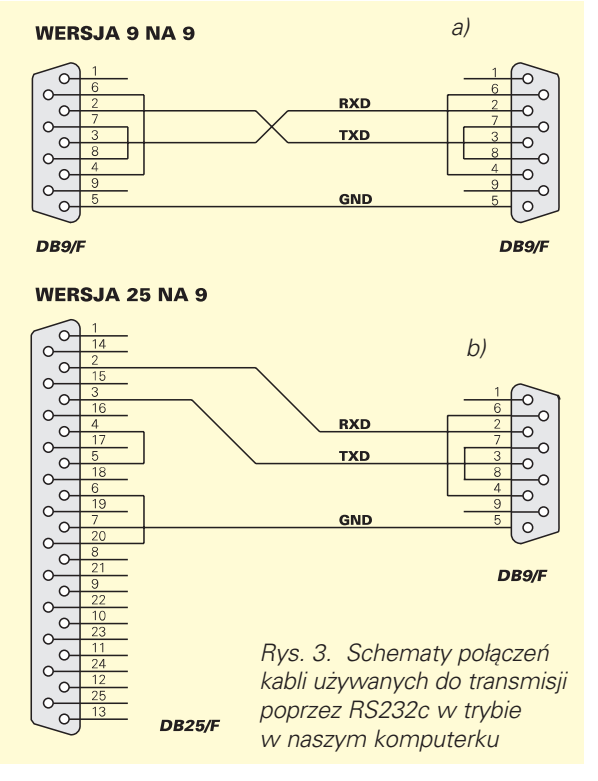
W każdym razie do transmisji wykorzystuje się 3 linie: TXD, RXD oraz GND. Sktóry oznaczają:

- RXD: linia odbioru danych (ang. „Receive data")
- TXD: linia nadawania danych (ang. „Transmit data");
- GND: to oczywiście wspólna masa (której nie zalecam łączyć z obudową wtyczki na kablu połączeniowym).

Kwestia nazewnictwa linii jako TXD i RXD jest oczywiście umowna i zależna od tego z której strony patrzymy na system: AVT-2250 <—> komputer PC, przecież dla PC ta linia odbioru danych będzie linią nadawania dla systemu AVT-2250. Ważne jest aby tak jak na rysunku 3, linie te były skrzyżowane.

W zależności od tego jakiego rodzaju wolne gniazdo COM mamy do dyspozycji w naszym PC-cie należy wybrać wariant z rys.3a lub 3b.

Jeżeli na Twoim stole leży już zmontowany i uruchomiony komputerek edukacyjny, opisywany zasilacz +5V oraz kabel



Rys. 3. Schematy połączeń kabli używanych do transmisji poprzez RS232c w trybie w naszym komputerku

połączeniowy, możesz zapoznać się z oprogramowaniem w które wyposażony jest Twój pierwszy zestaw na 51-kę.

Monitor – systemowy „BIOS"

Szczerą prawda jest stwierdzenie, że „komputer bez oprogramowania jest jak żołnierz bez karabinu". Ta zasada ma swoje uzasadnienie w zestawie AVT-2250 który właśnie uruchomiłeś lub zamierzasz to zrobić.

Otóż aby ułatwić pierwsze kroki w programowaniu, komputerek zawiera gotowy (stworzony przez autora) bardzo prosty system operacyjny, który w terminologii układów mikroprocesorowych nazywa się „monitorem".

Dzięki niemu po włączeniu zasilania, układ umożliwia wykonanie podstawowych operacji wejścia-wyjścia, innymi słowy pozwala na komunikację pomiędzy człowiekiem a systemem, oraz ewentualnie w razie potrzeby pomiędzy systemem a komputerem PC. Podstawowymi układami wejścia-wyjścia dla Ciebie w tym przypadku są: klawiatura i wyświetlacz. W przypadku chęci połączenia się z komputerem PC takim elementem jest port transmisji szeregowej, który łączysz za pomocą wykonanego przed chwilą kabla.

Monitor zawiera kilka użytecznych funkcji, które są dostępne pod niektórymi klawiszami klawiatury. Komendy te to skróty lub wyrazy wzięte z terminologii angielskiej. Są to: LOAD, SEND, JUMP, BAUD, COPY, EDIT, FILL.

Wywołanie dowolnej z nich odbywa się prze naciśnięcie klawisza oznaczonego danym skrótem a następnie wprowadzenie pewnych wartości początkowych w zależności od wywołanej funkcji. Po włączeniu systemu, wyświetlacz pokazuje przez chwilę komunikat powitania: „-HELLO", po czym zapala się kropka dziesiętna na pierwszym wyświetlaczu. Jest to sygnał zachęty i informacja że system jest gotowy do przyjęcia komendy od użytkownika. Można teraz wywołać jedną z funkcji, których znaczenie i sposób posługiwania się opiszę poniżej.

LOAD (klawisz 7) – dzięki tej komendzie możliwe jest wczytanie pliku wynikowego – z kodem maszynowym programu utworzonego przez Ciebie w komputerze PC. Po wciśnięciu klawisza na pierwszym wyświetlaczu pojawi się litera „L" – ang. „load", czyli załadowanie. Oznacza to że system czeka na dane z komputera PC. Dane przesyłane są przez port szeregowy w formacie Intel-HEX. Format ten jest najbardziej rozpowszechnionym wśród systemów opartych na mikrokontrolerach 8-bitowych. Plik w takim formacie generowany jest przez każdy program kompilatora na procesory rodziny MCS-51. Sposób generowania takiego pliku opiszemy w dalszej części artykułu. Zainteresowanych szczegółowym opisem formatu pliku Intel-HEX odsyłam do lektury naszego bratniego pisma Elektroniki Praktycznej nr 10/97.

W przypadku braku transmisji z PC ta przez około minutę system wyświetli komunikat „Err" – ang. „error, błąd. Taki sam efekt wystąpi jeżeli transmisja będzie zawierała błędy, lub wysyłany z komputera PC plik nie będzie w formacie Intel-HEX.

W przypadku komunikatu o błędzie należy wcisnąć klawisz „M" – powrotu do monitora.

W fazie wysyłania danych przez komputer PC wyświetlacz pokazuje adres aktualnie ładowanego rekordu z danymi, co jednocześnie jest dla nas sygnałem o prawidłowej transmisji. Po zakończeniu system automatycznie przechodzi do pętli głównej monitora, czyli do oczekiwania na kolejną komendę użytkownika.

SEND (klawisz 8) – dzięki tej funkcji można przesłać zawartość całej lub wybranej części pamięci operacyjnej do komputera PC, celem jej przechowania. Pod pojęciem pamięci operacyjnej mam na myśli zewnętrzną 64kB przestrzeń adresową procesora 8051 odczytywaną tak jak zewnętrzna pamięć danych – czyli poprzez sygnał /RD procesora. W praktyce będzie to zawartość pamięci SRAM (U4) umieszczonej na płytce bazowej komputerka. Po wywołaniu tej funkcji na pierwszym wyświetlaczu pojawi się literka „S" – ang. „send", czyli wysyłanie, a po chwili na czterech ostatnich wyświetlaczach pojawi się napis: „- - - -", co jest zachętą do wprowadzeni adresu początku obszaru który chcemy wysłać. 16-bitowy adres wprowadzamy (tak jak wszystkie dane) w postaci heksadecymalnej, używając klawiszy „0...9, A...F", a więc np. „8205". Po wprowadzeniu adresu początku musimy jeszcze w podobny sposób wprowadzić adres końcowy wysyłanego obszaru, np. „84FF".

Następnie wciśnięcie klawisza „OK" rozpoczyna transmisję danych. Wyświetlacz podobnie jak w przypadku funkcji „LOAD" będzie pokazywał postęp w transmisji wyświetlając aktualnie wysyłany adres rekordu (paczki danych).

Przykład: wciśnięcie sekwencji: „8" (klawisz SEND), „8200" (adres początkowy), „85FF" (adres końcowy), „OK" spowoduje wysłanie danych z obszaru pamięci operacyjnej o adresach: 8200h...85FFh.

JUMP (klawisz 0) – jest to komenda skoku pod wskazany adres w zewnętrznej pamięci programu procesora. Ponieważ kostka SRAM – U4 spełnia także rolę takiej pamięci (poprzez iloczyn sygnałów /RD i /PSEN) dzięki tej funkcji można uruchomić załadowany wcześniej program użytkownika. Załadowany tzn. przesłany z komputera PC za pomocą komendy „LOAD" lub wpisany ręcznie, a w jaki sposób to za chwilę.

Wciśnięcie klawisza „JUMP" powoduje zapalenie na pierwszym wyświetlaczu litery „J" – ang. „jump", skocz, po czym system oczekuje na wprowadzenie (podobnie jak w „LOAD" i „SEND") 16-bitowego adresu pod który ma nastąpić skok. Adres ten z reguły jest początkiem programu użytkownika. Razem z „LOAD" funkcja ta będzie najczęściej używaną podczas ćwiczeń pisania programów na nasz systemik. Wpisanie adresu skoku a następnie potwierdzenie tego klawiszem „OK" rozpoczyna wykonywanie programu od tego właśnie adresu. Po włączeniu naszego komputerka pamięć U4 zawiera z reguły przypadkowe dane, toteż wywołanie funkcji „JUMP" z podaniem adresu np. „8000" (zworka JP3) najprawdopodobniej spowoduje zawieszenie się systemu będące wynikiem przypadkowej interpretacji danych znajdujących się w kości SRAM. Efektem będzie prawdopodobnie wygaszony wyświetlacz. Wtedy może pomóc tylko wciśnięcie klawisza „RESET".

BAUD (klawisz B) – funkcja pozwala na zmianę domyślnej prędkości transmisji poprzez port szeregowy. Standardowo po włączeniu zasilania system odbiera i wysyła dane do komputera PC z prędkością 4800 bodów (bitów na sekundę). Prędkość te można jednak zwiększyć lub zmniejszyć. Standardowymi prędkościami przyjętymi w asynchronicznym przesyłaniu danych poprzez interfejs RS232c są: 1200, 2400, 4800, 9600, 19200 bodów. Możliwe są tez większe prędkości: 38400, 57600, 115200. W naszym systemie można wybrać wszystkie wartości poza tą ostatnią.

Wciskając sekwencyjnie klawisz „BAUD" wyświetlacz DL1 pokazuje literkę „b" – ang. „baud", natomiast na pozostałych ukazuje się następna prędkość transmisji w kolejności jak wypisano wcześniej. Na początku mniej wtajemniczonym radzę nie eksperymentować i pozostawić wartość 4800 bodów. Aby zakończyć i wyjść do pętli głównej monitora należy wcisnąć klawisz „OK" lub „M".

COPY (klawisz C) – funkcja pozwala na kopiowanie wybranego obszaru pamięci operacyjnej (kość U4) pod inny podany adres. Wybranie tej funkcji powoduje pojawienie się litery „C" – ang. „copy", kopiowanie na DL1, a następnie system czeka na podanie adresu początku oraz końca obszaru który ma być skopiowany, oraz na adres przeznaczenia, czyli adres

pod który ma być skopiowany wskazany obszar. Rzecz jasna nie jest konieczne podawanie adresu końca przeznaczenia – jest on określony przez ilość bajtów wyznaczoną z różnicy końca i początku adresu źródłowego. Równanie poniżej obrazuje sposób wykonania operacji:
Adres_startowy_źródła ..... Adres_końcowy_źródła ——> Adres_startowy_przeznaczenia.

Funkcja ta nie spełnia tak ważnej roli jak np. opisane trzy pierwsze, lecz w naszych przykładach podczas dalszych części kursu będziemy z niej korzystać.

Przykład, wciśnięcie sekwencji: „C" (klawisz COPY), „8600" (adres początku źródła), „87EF" (adres końca źródła), „9500" (adres przeznaczenia), „OK" spowoduje skopiowanie obszaru pamięci operacyjnej o adresach: 8600h...87EFh do obszaru o adresach: 9500h...96EFh.

EDIT (klawisz E) – funkcja edycji (modyfikowania) poszczególnych komórek pamięci operacyjnej systemu (kostka U4). Bardzo ważna funkcja szczególnie dla Tych z Was, którzy nie posiadają jeszcze komputerów. Dzięki niej możliwe jest wpisanie własnego programu – krok po kroku a raczej „komórka po komórce", po czym jego uruchomienie. Wciśnięcie klawisza EDIT powoduje zapalenie na DL1 litery „E" – ang. „edit", edycja, po czym system czeka na podanie adresu początku obszaru który chcemy modyfikować. Po wprowadzeniu go można przystąpić do modyfikacji. Podczas tego cztery pierwsze wyświetlacze pokazują adres, a dwa ostatnie zawartość aktualnie modyfikowanej komórki. Adres można zmniejszać lub zwiększać używając klawiszy „<-" (klawisz 4) lub „->" (klawisz 6), by zmodyfikować daną komórkę trzeba nacisnąć klawisz „OK" . Dwa ostatnie wyświetlacze pokażą wtedy napis „- -" co jest zachętą do wpisania nowej wartości.

Aby zakończyć edycję należy wcisnąć podobnie jak poprzednio klawisz „M". Jeżeli masz przed sobą działający systemik, radzę spróbuj zmodyfikować kilka komórek pamięci. Pamiętaj tylko aby podać adres początkowy taki, pod którym znajduje się dowolna komórka z kostki U4 – spójrz na zworę JP3. Oczywiście jeżeli np. początkowy adres edycji będzie leżał poza obszarem pamięci SRAM – U4, to nowo wpisana wartość pod taki adres będzie stracona.

FILL (klawisz F) – dzięki tej funkcji możliwe jest szybkie wypełnianie wskazanego obszaru pamięci operacyjnej zadaną wartością. Po wciśnięciu klawisza „FILL" DL1 pokaże literkę „F" – ang. „fill", wypełnij, po czym poprosi o wprowadzenie adresu początku i końca obszaru który ma być wypełniony, po czym należy jeszcze wprowadzić wartość wypełnienia – stałą (8-bitową oczywiście). Wciśnięcie klawisza „OK" spowoduje wypełnienie zadanego obszaru.

Przykład, sekwencja: „F" (klawisz FILL), „8000" (adres początku), „FFFF" (adres końca), „00" (wartość wypełnienia), „OK", spowoduje wyzerowanie wszystkich komórek pamięci U4 które znajdują się w obszarze o adresach 8000h...FFFFh.

Poza opisanymi funkcjami dostępna jest też procedura „TEST", której znaczenie już znacie drodzy Czytelnicy z poprzedniej części niniejszego artykułu.

Podczas używania wszystkich funkcji należy pamiętać że ich działanie w każdej chwili można przerwać klawiszem „M". Istotną informacją jest też ta, że nieumiejętne czy przypadkowe posługiwanie się funkcjami COPY, JUMP, FILL, EDIT może spowodować zawieszenie się naszego komputerka. Lecz nic to, warto na początku trochę porozrabiać i poćwiczyć, wszakże zawsze pod ręką jest klawisz „RESET", a my nic ważnego jeszcze nie napisaliśmy jeżeli chodzi o programowanie samego procesora 8051.

Oto kilka ćwiczeń, które radzę wykonać zarówno tym którzy mają jak i nie mają komputera PC w swoim, domu. Nie jest to wprawdzie już programowanie procesora 8051, ale ćwiczenie w nabyciu umiejętności posługiwania się funkcjami monitora systemu AVT-2250.

Wykaz elementów

Rezystory
- R1: 510...680Ω

Kondensatory:
- C1, C2: 1000uF/16V
- C3: 470uF/10V
- C4: 470nF...1000nF

Półprzewodniki:
- M1: mostek 1A/50V
- U1: 7805
- D1: LED dowolna

Pozostałe:
- B1: bezpiecznik 160mA
- TR1: TS6/49 (patrz tekst)
- JP1: ARK-2
- oprawka bezpiecznika do druku
- płytka drukowana AVT-2250Z

Uwagi

Kompletny kit zasilacza dostępny jest w ofercie handlowej jako kit AVT-2250/Z. Dyskietka z oprogramowanie na komputery PC dostępna jest jako AVT-2250/D. Niezbędne wtyki do wykonania kabla połączeniowego można zamówić indywidualnie jako: „Wtyk DB9/F z obudową" lub DB25 z obudową w dziale obsługi czytelników.

Lekcja 1

Ćwiczenie 1

Zadanie ma na celu poznanie funkcji edycji pamięci operacyjnej „EDIT". Proszę ustawić jumper JP3 w pozycji 8000h (początek pamięci SRAM U4) na płytce bazowej komputerka. Następnie proszę o wpisanie pod kolejne adresy poczynając od adresu 8000h następującej sekwencji danych :

„ 75, 78, 06, 75, 79, 5B, 75, 7A,
4F, 75, 7B, 66, 75, 7C, 6D, 75,
7D, 7D, 75, 7E, 07, 75, 7F, 7F,
75, 71, 55, 80, FE "

Ostatnia dana „FE" powinna znaleźć się pod adresem „801C".

Kolejnym krokiem będzie np. zresetowanie systemu klawiszem „RESET", po czym sprawdzenie poprzez edycję, że wpisane dane są na swoim miejscy w kolejności jak podano wyżej.

Nie wyłączamy zasilania układu i bierzemy się do następnego ćwiczenia.

Ćwiczenie 2

Zadanie ma na celu poznanie działania funkcji kopiowania „COPY" wybranych obszarów pamięci operacyjnej komputerka. Proszę o skopiowanie obszaru o adresach: 8000h....801Fh pod adres 9400h. Następnie proszę skorzystać z funkcji EDIT, sprawdzić, że dane skopiowane pod adres docelowy 9400h są takie same jak podano w sekwencji w ćwiczeniu nr 1, aż do adresu 941Ch.

Ćwiczenie 3

Zadanie pokaże jak szybko można wypełnić zadany obszar pamięci za pomocą funkcji FILL. Proszę o wypełnienie obszaru o adresach 8000h...802Fh wartością wybraną przez siebie, a następnie sprawdzenie za pomocą funkcji EDIT czy dane spod tego obszaru, wpisane zresztą w ćwiczeniu nr 1, zostały zamazane wartością podaną przez Ciebie.

I wreszcie chyba najciekawsze ćwiczenie, wykorzystujące funkcję JUMP.

Ćwiczenie 4

Proszę wykonać skok pod adres 9400h korzystając z funkcji „JUMP".

Podsumowanie

Prawidłowe wykonanie tego ćwiczenia oraz trzech poprzednich w efekcie powinno spowodować zapalenie na wyświetlaczach DL1...DL8 kolejnych cyfr od „1" do „8" z migającymi cyframi nieparzystymi, czyli: 1, 3, 5, 7. Jeżeli jesteś ciekawy cóż takiego się stało, to chcę Cię

poinformować, że **wpisałeś i wykonałeś pierwszy program na procesor 8051!!!**

Zadaniem jego było wyświetlenie kolejnych cyfr na wyświetlaczu z migotaniem nieparzystych. I choć to program niczemu nie przydatny, to równie dobrze mógł być to program sterowania całego systemu alarmowego w Twoim mieszkaniu albo.... możliwości jest niezliczona ilość. I choć kilka kroków było zbędnych aby wykonać ten program (wystarczyłoby ćwiczenie nr 1 i 4) oraz w zasadzie nie wiedziałeś jaką rolę pełnią poszczególne liczby w sekwencji z ćwiczenia 1, to jednak powinieneś mieć już pojęcie o tym jak łatwo można zmusić jeden układ elektroniczny do wykonywania wielu funkcji i to w zależności do naszych potrzeb.

Dla komputerowców

Na zakończenie krótkie ćwiczenie sprawdzające działanie portu transmisji szeregowej. Posiadacze komputerów PC mogą nabyć dyskietkę startową z programami niezbędnymi do tworzenia zbiorów z kodem maszynowym napisanego przez siebie programu. Dyskietka posiada symbol handlowy: AVT-2250 /D i można ja nabyć w dziale obsługi czytelników AVT.

Na dyskietce znajduje się asembler na procesory 8051 oraz dwa zbiory tekstowe z definicjami rejestrów specjalnych oraz adresów wykorzystane w komputerku AVT-2250: CONST.INC i BIOS.INC. Znaczenie ich zostanie wyjaśnione w następnym odcinku szkoły mikroprocesorowej. Przejdźmy zatem do sprawdzenia RS (eresa).

Ćwiczenie 5

Jeżeli wykonałeś poprawnie poprzednie ćwiczenia, wyłącz zasilanie systemu AVT-2250. następnie podłącz komputer PC do systemiku za pomocą wykonanego kabla transmisji szeregowej (nie musisz wyłączać przy tym swego PC ta).

Jak wspomniałem wcześniej parametry transmisji z naszym systemem mikroprocesorowym są następujące: prędkość: 4800 bodów, bez kontroli parzystości, 8 bitów danych, 1 bit stopu.

Takie parametry wolnego portu COM w PC cie można ustawić z np. poziomu DOS a za pomocą polecenia:

> MODE COMx:4800,n,8,1

gdzie oczywiście w miejsce „x" należy wpisać numer portu COM dołączonego do naszego systemu.

Na dyskietce znajduje się plik wsadowy „USTAWCOM.BAT" który ustawia takie parametry. Jeżeli planujesz kontynuację nauki programowania przy pomocy systemu AVT-2250, powinieneś umieścić takie polecenie, ustawiające port COM w pliku AUTOEXEC.BAT. Zaoszczędzi Ci to każdorazowego ręcznego wywoływania pliku USTAWCOM.BAT po rozpoczęciu pracy z Twoim systemem mikroprocesorowym.

Dyskietka zawiera także drugi plik wsadowy „DO.BAT", który służy do kompilowania zbiorów źródłowych napisanych w języku asemblera 8051 na zbiór wynikowy akceptowany przez system AVT-2250. Więcej szczegółów na temat asemblera możesz dowiedzieć się z artykułu o mikrokontrolerach z tego numeru EdW – radzę uważnie przeczytać.

Na dyskietce znajduje się także przykładowy program w postaci źródłowej w zbiorze "PRZYK01.S03". Przyjmijmy rozszerzenie „S03" jako standardowe dla naszych programów asemblerowych.

Po podłączeniu systemu do komputera PC, włącz jego zasilanie. Ustaw parametry portu COM jak opisałem wcześniej. następnie wywołaj polecenie (w DOS):

> DO PRZYK01 COMx {Enter}

wpisując w miejsce „x" numer portu szeregowego (1,2...).

Program zamieni zbiór asemblerowy na postać wykonywalną – zbiór PRZYK01.HEX, następnie zrobi pauzę, podczas której powinieneś uruchomić w systemie funkcję „LOAD" .

Teraz naciskając dowolny klawisz w PC cie spowodujesz przesłanie zbioru PRZYK01.HEX do portu COMx, czyli do systemu AVT-2250.

Program który wpisałeś rozpoczyna się od adresu 8000h w pamięci systemu, a efekt jego działania powinien być taki sam ja w przykładzie z ćwiczenia nr 1.

Aby się o tym przekonać uruchom funkcję „JUMP" i sprawdź co pokaże wyświetlacz.

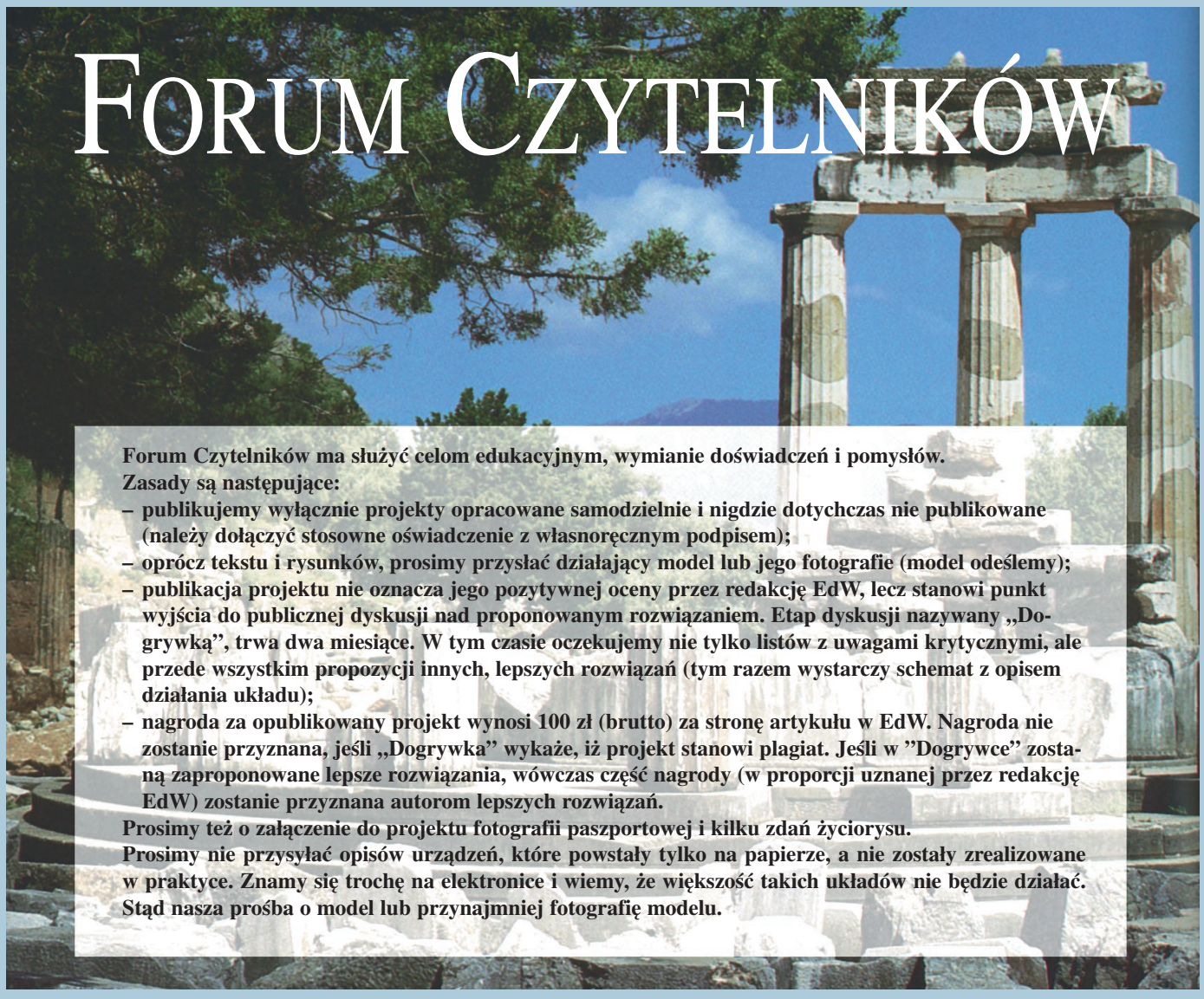
Przerwij działanie programu (klawisz „M") i porównaj, korzystając z funkcji „EDIT" zawartość kolejnych komórek pamięci począwszy od adresu 8000h (do 801Ch włącznie), z kodami instrukcji podanymi w ćwiczeniu nr 1.

Jeżeli wszystko przebiegło pomyślnie test portu szeregowego możesz uznać za zakończony. Jeżeli nie udało Ci się wykonać ćwiczenia prawidłowo, sprawdź, czy dołączyłeś system do właściwego portu COM twego PC ta, lub czy prawidłowo wykonałeś kabel połączeniowy.

Pozostałe lekcje zajmujące się już prawdziwym programowaniem kontrolerów 8051 znajdą się już w następnym numerze EdW w cyklu „Mikrokontrolery – to takie proste".

Sławomir Surowiński

* **Uwaga!** W cz.I artykułu (EdW 8/97) na str. 11, szpalta 3, wiersz 10 od dołu jest „U7", powinno być „U15".



FORUM CZYTELNIKÓW

Forum Czytelników ma służyć celom edukacyjnym, wymianie doświadczeń i pomysłów.
Zasady są następujące:
- **publikujemy wyłącznie projekty opracowane samodzielnie i nigdzie dotychczas nie publikowane (należy dołączyć stosowne oświadczenie z własnoręcznym podpisem);**
- **oprócz tekstu i rysunków, prosimy przysłać działający model lub jego fotografie (model odeślemy);**
- **publikacja projektu nie oznacza jego pozytywnej oceny przez redakcję EdW, lecz stanowi punkt wyjścia do publicznej dyskusji nad proponowanym rozwiązaniem. Etap dyskusji nazywany „Dogrywką", trwa dwa miesiące. W tym czasie oczekujemy nie tylko listów z uwagami krytycznymi, ale przede wszystkim propozycji innych, lepszych rozwiązań (tym razem wystarczy schemat z opisem działania układu);**
- **nagroda za opublikowany projekt wynosi 100 zł (brutto) za stronę artykułu w EdW. Nagroda nie zostanie przyznana, jeśli „Dogrywka" wykaże, iż projekt stanowi plagiat. Jeśli w "Dogrywce" zostaną zaproponowane lepsze rozwiązania, wówczas część nagrody (w proporcji uznanej przez redakcję EdW) zostanie przyznana autorom lepszych rozwiązań.**

Prosimy też o załączenie do projektu fotografii paszportowej i kilku zdań życiorysu.
Prosimy nie przysyłać opisów urządzeń, które powstały tylko na papierze, a nie zostały zrealizowane w praktyce. Znamy się trochę na elektronice i wiemy, że większość takich układów nie będzie działać. Stąd nasza prośba o model lub przynajmniej fotografię modelu.

Zaawansowana „słuchawka monterska"

Słuchawka monterska jest przyrządem bardzo przydatnym przy wszelkich pracach konserwacyjno-montażowych na liniach abonenckch. Standardowo do szukania określonej pary używa się generatora 1kHz, wpiętego np. po stronie stacyjnej (centralowej) i zwykłej słuchawki na drugim końcu linii – np. na głowicy. Doświadczeni monterzy po jakości sygnału potrafią określić stany pośrednie, jak pełne lub częściowe doziemienie żyły albo „rozparowania" w danej czwórce ("czwórka" jest podstawową jednostką liczenia pojemności kabla i jak sama nazwa wskazuje składa się z dwóch skręconych ze sobą par przewodów).

Oczywiście jedną parą przesyła się tylko jedną rozmowę.

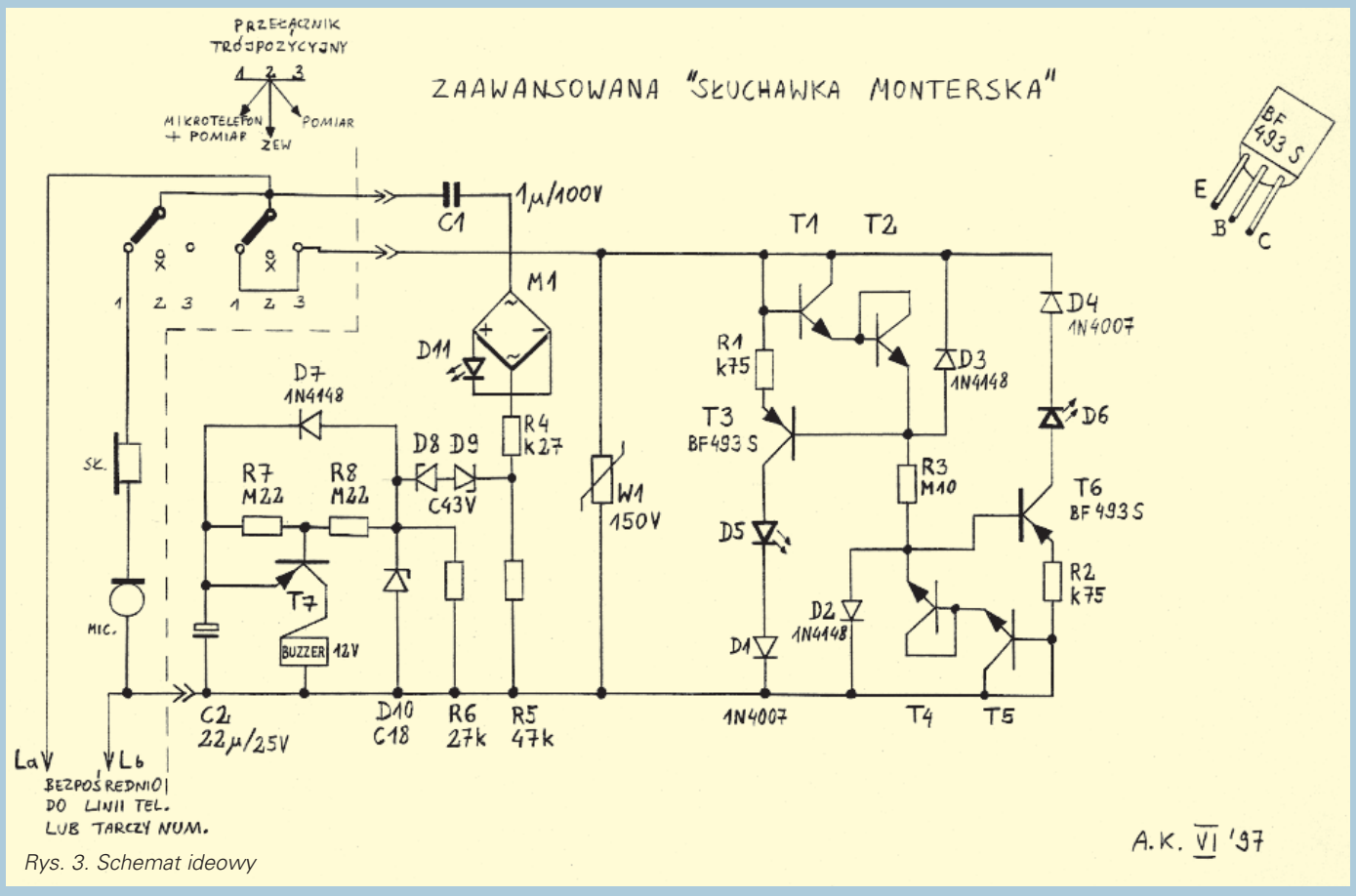
Nasza usprawniona – nazwana „zaawansowaną" – słuchawka, prócz obwodu rozmównego, zrealizowanego w najprostszy z możliwych sposobów (mikrofon + słuchawka szeregowo – bez układu antylokalnego i równoważnika linii) zawiera także detektor dzwonienia (inaczej mówiąc zewu) oraz wskaźnik napięcia na dwóch diodach LED – po jednej dla każdej polaryzacji. Polaryzacja, tj. kierunek prądu płynącego przez telefon ulega bowiem odwróceniu po uzyskaniu połączenia. Fachowcy mówią o odwróceniu pętli. Odwrócenie pętli (czyli zmiana polaryzacji) w linii jest wygodnym sposobem poinformowania abonenta nawiązującego połączenie, że od tego momentu liczone są jednostki taryfikacyjne czyli impulsy. Jeden impuls kosztuje w Polsce niecałe 20 gr, a koszt połączenia uzależniony jest od czasu trwania rozmowy i odległości, na jaką jest prowadzona.

Opis układu

Przede wszystkim zwracam Twoją, Czytelniku, uwagę na obecność trójpozycyjnego przełącznika. Jest to popularny przełącznik dźwigienkowy z dwiema sekcjami (6 wyprowadzeń). Środkowe położenie powinno być neutralne. Na schemacie ma ono nr 2 i dodatkowo oznaczono je iksem.

W położeniu przełącznika nr 1 (lewym wg rysunku) linia telefoniczna obciążona jest obwodem rozmównym i równolegle do niego odpowiednio polaryzowanymi diodami LED D5 i D6. Duża czułość wskaźnika i fakt zastosowania superjasnych LED powoduje, że działa on w szerokim zakresie napięć: od 3,5V do 150V. Ograniczenie od góry narzuca zabezpieczający warystor W1. Zatem nawet kilka woltów występujących na obciążonej linii powoduje świecenie D5 lub D6. Przez te diody płynie nie więcej niż 1mA, dlatego tak ważne jest zastosowanie dobrych, jasnych diod dobrej firmy.

Położenie nr 2 (środkowe) odłącza wszystko poza detektorem dzwonienia, umieszczonym przed wyłącznikiem. Kondensator C1 zmniejsza reaktancję dla prądu zewu, który po pokonaniu zestawu szeregowych elementów: LED D11, R4, D8 i D9 ograniczany jest na D10 i prostowany jednopołówkowo przez D7. Kondensator C2 zostaje naładowany do kilkunastu woltów. Emiter T7 uzyskuje potencjał wysoki i w takt ujemnych połówek tranzystor T7 przewodzi. Dzięki temu buzzer pracuje z częstotliwością 25Hz a nie 50Hz – jak byłoby w przypadku prostowania dwupołówkowego. C2 spełnia najważniejszą rolę po ustaniu sygnału: wówczas prąd bazy T7 pły-



Rys. 3. Schemat ideowy

nie od plusa C2 przez R8 i R6 do minusa. Jest to prąd malejący wykładniczo, co ma w dużym przybliżeniu przypominać efekt wybrzmiewania (tak miły w tradycyjnych, archaicznych już dzwonkach i tak rzadki we współczesnych telefonach). W zależności od typu buzzera (preferowane niskoprądowe – np. 1-2mA przy 12V) efekt ten będzie mniej lub bardziej udany. Autorowi częściej kojarzy się raczej z miauczeniem (kota!), co i tak jest ciekawsze od cyfrowych, ostrych brzmień. Nie należy się niepokoić, że dioda Zenera D10 jest na 18V – takie napięcie jest jeszcze bezpieczne dla 12V buzzera (zwłaszcza przy impulsowej pracy). Zwiększa to głośność dźwięku. Diody Zenera D8 i D9 na 43-47V zapobiegają „popiskiwaniu" buzzera przy wybieraniu numeru lub podnoszeniu / odkładaniu słuchawki. Rezystor R5 zapewnia błyskanie LED D11 także podczas wybierania impulsowego (np. tarczą). Jego wartość jest na tyle wysoka, że nie zniekształca impulsów wybierczych, a przy tym wystarczająca do wyraźnego świecenia D11.

Przełącznik w pozycji nr 3 załącza obwód wskaźnika napięcia, którego jedno źródło prądowe tworzą T1, T2, T3 – polaryzacja „dodatnia". W skład drugiego wchodzą T4, T5, T6 (polaryzacja „ujemna"). Obie części układu są symetryczne. O wartości prądu LED decyduje R1 (R2). Napięcie na nim utrzymywane jest na jednakowym poziomie w dość szerokim zakresie.

Ważne, by tranzystory T3 i T6 były wysokonapięciowe. Jedną z lepszych propozycji jest BF493 z literką S. Tranzystory bez literki S mają dopuszczalne napięcie pracy o kilkadziesiąt woltów niższe.

Także diody D1 i D4 bezwzględnie muszą wytrzymywać kilkaset woltów napięcia wstecznego.

Warystor W1 ma podnieść niezawodność całego urządzenia, gdyż przepięcia w linii są na porządku dziennym.

Wskaźnik napięcia może być używany do prostego stwierdzenia napięcia centralowego: jest – nie ma. W zakresie do 50V obciąża linię prądem poniżej 1,5mA. Na dobrej i suchej linii wskazanie będzie prawidłowe. Uwaga: w przypadku istniejącej już dużej upływności linii, prąd wskaźnika może zakłócić pracę translacji abonenckiej w centrali, powodując jej chwilowe zawieszenie. Jest to po prostu możliwe, chociaż nie grozi żadnymi konsekwencjami. W przypadkach wątpliwych trzeba użyć woltomierza cyfrowego.

Zależnie od wielkości słuchawki montaż będzie różnie wyglądał. Kiedy miejsca rzeczywiście brakuje, należy zrezygnować z detektora dzwonienia, który zresztą może z powodzeniem działać jako samodzielny moduł. Przełącznik i diody świecące najwygodniej będzie zainstalować w obudowie słuchawki tak, aby dłoń ich nie zasłaniała.

Andrzej Kowalczyk

Wykaz elementów

Rezystory
R1, R2: 750Ω
R3: 100kΩ
R4: 270Ω
R5: 47kΩ
R6: 27kΩ
R7, R8: 220kΩ
moc: 0,2W; tolerancja 5-10%

Kondensatory
C1: 1000 nF/100V
C2: 10-22µF/25V

Półprzewodniki
D1, D4: 1N4007
D2, D3, D7: 1N4148 itp.
D8, D9 : dioda Zenera 43-47V /0,4W
D10: dioda Zenera 18V /0,4W
D5, D6, D11: LED
M1: mostek Graetza 50V
T1, T2, T4, T5: BC547, 237 itp.
T3, T6: BF493 S
T7: BC557, 307 itp.

Pozostałe
W1: warystor 150V /0,5W
przełącznik trójpozycyjny, 2 sekcje
buzzer 12V

Rozwiązanie zadania powinno zawierać schemat elektryczny i zwięzły opis działania. Model i schematy montażowe nie są wymagane. Przysłanie działającego modelu lub jego fotografii zwiększa szansę na nagrodę.
Ponieważ rozwiązania nadsyłają Czytelnicy o różnym stopniu zaawansowania, mile widziane jest podanie swego wieku.
Ewentualne listy do redakcji czy spostrzeżenia do erraty powinny być umieszczone na oddzielnych kartkach, również opatrzonych nazwiskiem i pełnym adresem.
Czas nadsyłania prac wynosi 30 dni od ukazania się numeru (w przypadku prenumeratorów – od otrzymania pisma pocztą).

Zadanie 20

Urządzenie dla wędkarza

Temat niniejszego zadania zaproponował Jacek **Stolarczyk** z Łodzi. Oto treść zadania:

Zaprojektować sygnalizator, który informowałby domowników, że drzwi lodówki są zbyt długo otwarte.

Chodzi głównie o to, by lodówka się nie rozmroziła. Mniej istotną, ale też godną uwagi sprawą, jest niepotrzebne zużycie energii.

Jacek proponuje, aby sygnalizator nie był w jakikolwiek sposób związany z układem elektrycznym lodówki – by stanowił w pełni autonomiczne urządzenie (z własnym zasilaniem). Rzeczywiście – rozwiązanie nie powinno polegać na ingerencji w obwody lodówki.

Idąc tą drogą i umieszczając wewnątrz lodówki sygnalizator, napotkasz jednak problem z zapewnieniem wodoszczelności obudowy, oraz musisz liczyć się z faktem, że baterie mają w niskich temperaturach znacznie mniejszą pojemność i większy opór wewnętrzny.

Być może rozwiązaniem do przyjęcia byłoby zbudowanie swego rodzaju przejściówki z wtyczką i gniazdem, która kontrolowałaby zużycie energii przez lodówkę. Nie jestem jednak pewien, czy najprostszy sposób polegający na uśrednieniu zużycia energii w dłuższym okresie czasu ma rację bytu, ze względu na dość dużą bezwładność systemu chłodzącego.

Dobrym, ale trudnym rozwiązaniem, byłoby wykonanie układu monitorującego stan żarówki oświetlającej wnętrze. Oczywiście najprościej byłoby przeciąć przewód prowadzący do żarówki i umieścić tam odpowiedni czujnik. Można rozpatrzyć taki stosunkowo prosty sposób, ale nie polecam go, bo wiąże się ze zmianami w fabrycznym układzie. Natomiast w przypadku budowy zewnętrznej przystawki monitorującej pobór prądu przez lodówkę zadanie jest niełatwe, ale zupełnie realne. Trzeba pomyśleć, jak rozróżnić prąd pobierany przez żarówkę (o mocy około 15W), od prądu pobieranego przez silnik sprężarki. Może wystarczy mierzyć i analizować wartość prądu, a może trzeba będzie wykorzystać fakt, że żarówka jest obciążeniem rezystancyjnym, natomiast silnik ma charakter indukcyjny i prąd przez niego pobierany nie jest dokładnie w fazie z napięciem zasilającym.

Oczywiście urządzenie nie może być zbyt skomplikowane i drogie.

Szczerze mówiąc, jego praktyczna przydatność też stoi pod znakiem zapytania. Ale jako zadanie dla konstruktora – to temat wręcz idealny.

Na rozwiązania czekam jak zwykle pełny miesiąc od pojawienia się tego numeru (w kioskach i u prenumeratorów).

Rozwiązanie zadania nr 17

Tematem zadania numer 17 było zaprojektowanie urządzenia dla wędkarza, które sygnalizowałoby branie, czyli napięcie żyłki.

Otrzymałem znaczną liczbę rozwiązań, spośród których kilka od razu trafiło do kosza. Przyczyna była prosta: niektórzy uczestnicy puścili wodze fantazji i zaproponowali urządzenia lub układy zupełnie nieprzydatne w praktyce. Jak zaznaczyłem, strona elektroniczna zadania nie powinna nastręczyć większych problemów. Natomiast kluczowe znaczenie ma sama idea, sprawa praktycznej realizacji, oraz przydatność w warunkach bojowych.

Otrzymałem sześć bardziej i mniej udanych modeli. Powrócę do nich na końcu.

Z przyjemnością zauważam, że część uczestników przeprowadziła analizę zadania i możliwości rozwiązań (**Łukasz Wójcicki** z Radomia, Marek **Gruszczynski** z Gliwic, **Kacper Cybuch** z Nieszczyc, **Paweł Pater** z Goszczy), inni podzielili się praktycznymi spostrzeżeniami. Okazuje się, że spora grupa naszych Czytelników zajmuje się wędkarstwem.

Generalnie, rozwiązania można podzielić na trzy grupy:

- układy montowane na wędce
- układy nie związane z wędką, a sterowane naprężeniem żyłki
- propozycje wykonania spławików sygnalizacyjnych.

Zdecydowana większość uczestników jest zdania, że urządzenie sygnalizacyjne nie powinno być związane w sposób trwały z wędką, ani tym bardziej nie powinno wymagać jej jakiejkolwiek przeróbki. Dotyczy to zwłaszcza sprzętu bardzo kosztownego. Właśnie dlatego do kosza trafiły pomysły zamocowania na wędce skomplikowanych, ciężkich układów i czujników. Tym niemniej niektóre propozycje zamocowania maleńkiego sygnalizatora na wędce były jak najbardziej realne.

Muszę zauważyć, że tylko część uczestników zwróciła uwagę na sprawę zabezpieczenia sygnalizatora przed wodą – zarówno przed zamoczeniem, jak i przed deszczem. Kto o tym nie zapomniał, może sobie postawić duży plus. Przynajmniej trzech kolegów zaproponowała wykorzystanie w charakterze obudowy popularnego pojemniczka z jajka Kinder-niespodzianki.

Ważną sprawą było zasilanie. Przede wszystkim, układ w spoczynku w zasadzie nie powinien pobierać prądu. W listach znalazłem propozycje użycia baterii 9-woltowych 6F22, mniejszych kilkuwoltowych baterii od sprzętu fotograficznego oraz maleńkich guzikowych ogniw do zegarków. Zwłaszcza ta ostatnia propozycja jest godna uwagi, bo takie ogniwa są tanie, popularne, a pojemność wynosząca 50...200mAh do postawionego celu w zupełności wystarczy. Mało było wzmianek o możliwości zastosowania litowych baterii 3-woltowych, a przy ich obecnych cenach jest to propozycja może nawet najlepsza – jedna taka bateria wystarczy zarówno do zaświecenia diody LED, jak i do uruchomienia brzęczyka piezo.

Omawianie szczegółów zacznijmy od częściej proponowanych rozwiązań.

Typowe rozwiązania

Łukasz Wójcicki z Radomia, **Jakub Betiuk** z Łowicza, **Piotr Marciniak** ze Stegny, **Michał Grzemski** z Grudziądza oraz **Tomasz Kowalski** z Konina proponują nieskomplikowane układy wykonawcze w postaci żaróweczki, diody

LED, lub brzęczyka, a ich wspólnym pomysłem jest zastosowanie bardzo prostego styku włączającego. Idea jest rzeczywiście bardzo prosta, ale przy odpowiednim wykonaniu – naprawdę skuteczna. Po prostu, między kontaktami styku umieszczona jest żyłka. Jeśli żyłka zostanie naprężona, wysunie się spomiędzy kontaktów i styki zostaną zwarte. Popłynie prąd i zadziała element wykonawczy. Pomysł naprawdę prosty, i jak twierdzą niektórzy – sprawdza się w praktyce w 100 procentach.

Zaletą takiego sposobu jest fakt, że sygnalizator nie jest związany z wędką. Proponujecie umieszczenie go pod wędką. Zwisająca pętla żyłki włożona byłaby miedzy kontakty styku. Ryba ciągnąca haczyk wyciągnie żyłkę ze styku i wędka nie będzie już w żaden sposób związana z sygnalizatorem – pozostanie tylko wyciągnąć rybę na brzeg.

Przy tej dużej zalecie, urządzenie ma jednak pewną niewielką wadę – podczas deszczu może się zdarzyć, że kontakty, oddalone od siebie na grubość żyłki (czyli ułamka milimetra) mogą zostać zwarte przez wodę, która wbrew pozorom przewodzi prąd. Można jednak założyć, że takie sytuacje będą sporadyczne, bo nie wszyscy zachcą łowić podczas deszczu i nie ma tu żadnego problemu.

Pozostaje jednak problem styku – nie powinna to być jakakolwiek blacha (bo zardzewieje lub zaśniedzieje). Należałoby pomyśleć o skonstruowaniu właściwego styku przy użyciu elementów pozłacanych, na przykład odzyskanych ze starych złącz komputerowych lub innych.

Oczywiście styk powinien być w miarę delikatny, żeby wyciągnięcie zeń żyłki nie wymagało zbyt dużo siły. Za model działający na tej zasadzie Piotr Marciniak otrzymuje nagrodę.

Ta uwaga dotyczy też pomysłu Marka **Gruszczyńskiego** z Gliwic, który proponuje wykorzystanie styropianowej, dobrze widocznej „bombki", zawieszonej na zwisającej pętli żyłki. Ryba ciągnąc haczyk, nie tylko podniesie „bombkę" do góry, ale również wyciągnie z ziemi lub z wody ostry szpikulec związany z tą „bombką". Szpikulec ten, wbity w ziemię lub zanurzony w wodzie zamyka obwód elektryczny – przerwanie obwodu wywołuje alarm. Ten pomysł jest dość oryginalny, ale ma pewne wady, bo bombka i szpikulec są jednak związane z wędką, ciągłe zamknięcie obwodu wymaga przepływu, choćby niewielkiego prądu także w spoczynku. Nieco podobne układy, tyle że z piłeczką pingpongową zaproponowali też Sebastian **Maleńczuk** z Białej Podlaskiej i Piotr **Pogorzelski** z Kielc.

Marian **Jarek** z Ołpin, Jarosław **Tarnawa** z Godziszki, Bartek **Radzik** z Ostrowca Św., Kamil Tarczyński z Lubina oraz Arkadiusz **Miśkiewicz** ze Starachowic proponują wykorzystanie delikatnego styku, zwieranego napinającą się żyłką. W przynajmniej dwóch listach pojawił się pomysł wykorzystania do tego celu delikatnych styków z obwodu autostopu magnetofonu. Oczywiście w przypadku wykorzystania tej idei, styk, bateria i układ sygnalizacyjny muszą być montowane na wędce. Proponujecie wykorzystanie solidnych obejm, które trwale łącząc nasze „dodatki" z wędką, nie przeszkadzałyby w jej normalnym użytkowaniu.

Idea montowania na wędce jakichkolwiek „dodatków" jest oczywiście dyskusyjna. Sporo kłopotów może też sprawić zapewnienie właściwej współpracy żyłki ze stykiem. Przykładowo nie bardzo mogę sobie wyobrazić, jak żyłka miałaby niezawodnie uruchamiać popularny „microswitch", a sugestie użycia takiego styku spotkałem w kilku listach.

Oczywiście i tu wchodzi w grę kwestia ochrony przed wodą.

Kilku kolegów, między innymi Jacek **Stolarczyk** z Łodzi zwróciło baczną uwagę na problem wilgoci. Jacek proponuje wykorzystanie styku kontaktronowego i magnesu. Na pierwszy rzut oka jego rozwiązania wydaje się niewygodne i ciężkie. Kontaktron, do tego magnes... ale po zastanowieniu okazuje się, że nie jest to zły pomysł. Trzeba tylko dopracować szczegóły. Rzeczywiście trzeba dążyć do zmniejszenia masy. Ale sama masa to nie wszystko – Jacek zwraca uwagę, że jeśli już ma być zastosowany magnes, który siłą rzeczy musi mieć pewną masę, to należałoby zastosować przeciwwagę – wtedy do uruchomienia sygnalizatora wcale nie będzie potrzebna znaczna siła, czyli duże napięcie żyłki. Oczywiście użycie magnesu i kontaktronu radykalnie ułatwia zabezpieczenie przed wilgocią.

Kilka rozwiązań, między innymi Kacpra **Cybucha** z Nieszczyc, Piotra **Zięcika** z Woli Knyszyńskiej i Pawła **Patera** z Goszczy, zawierało pomysł wykorzystania czujników fotoelektrycznych. W sumie zasada jest taka sama – napinająca się żyłka usuwa przesłonę umieszczoną pomiędzy nadajnikiem i odbiornikiem fotoelektrycznym. Wywołuje to alarm. Część kolegów podeszła do tego pomysłu całkiem bezkrytycznie i zapomniała, że trzeba tu zupełnie wyeliminować lub przynajmniej radykalnie zminimalizować pobór prądu w spoczynku. W układzie fotoelektrycznym jest to niemożliwe lub bardzo trudne. Jedynie Paweł Pater starał się optymalizować układ pod tym względem. Paweł zastosował transoptor szczelinowy i przesłonę. W sumie jego układ sygnalizatora z kostką 4011 i transoptorem pobiera w spoczynku 550µA, co nie jest wynikiem rewelacyjnym, ale mieszczącym się w granicach przyzwoitości. Mam jednak wątpliwości, czy zewnętrzne światło nie zakłóci pracy transoptora przy tak małym prądzie jego diody świecącej. W każdym razie Pawła muszę pochwalić za to, że przeprowadził próby i zwracał uwagę na pobór prądu.

Niewielu kolegów zaproponowało wykonanie czujnika napięcia, a właściwie ruchu żyłki, pracującego na zasadzie dwóch współpracujących walców, najlepiej gumowych. Żyłka umieszczona byłaby pomiędzy tymi walcami. Przesuwanie się żyłki powodowałoby obrót walców i zadziałanie czujników związanych z tymi walcami. Czujniki mogą być stykowe, lub jak proponuje jeden z uczestników – fotoelektryczne, podobne jak w myszce komputerowej. Idea ta jest niewątpliwie ciekawa, ale praktyczne zrealizowanie na pewno wymagać będzie sporych umiejętności mechanicznych.

Pomysły niecodzienne

Zbigniew **Wojciechowski** z Lubaczowa wykonał układ sygnalizatora wykorzystującego w roli czujnika... potencjometr. Przysłał na tę okoliczność zdjęcie. Napięcie żyłki obracałoby nieco potencjometr z zamocowaną na osi dźwigienką. Układ wykrywający obrót potencjometru zawiera wzmacniacz operacyjny TLC271, pracujący w roli komparatora, oraz kostkę 4093 i przetwornik piezo.

Oryginalne rozwiązanie Zbyszka jest jednak chyba dość kłopotliwe, bo wymaga użycia baterii 9V, która jak na podane warunki, jest dość ciężka. Do tego doszedłby układ, obudowa – w sumie spora masa i znaczna objętość. Podobny model nadesłał też **Łukasz Bajda** ze Stalowej Woli.

Michał **Kapłon** z Sitańca proponuje wykonanie we własnym zakresie trzystopniowego styku, czy raczej zespołu trzech styków, z których pierwszy zwierałby się już przy niewielkim napięciu żyłki, a następne – przy coraz większym napięciu żyłki. Umożliwiłoby to w nieskomplikowany sposób sygnalizację siły ryby, co w przybliżeniu wskazywałoby na jej wielkość.

Fot. 1. Sygnalizator Zbigniewa Wojciechowskiego

Pomysł interesujący, trudny do realizacji, a jego praktyczna przydatność chyba byłaby niewielka.

Marian **Jarek** z Ołpin przypomniał sposób sygnalizacji drgań, znany ze starszych samochodowych czujników wstrząsowych. Drgania wędki powodowałyby drgania sprężynki (podobnej do sprężynki od długopisu). Drgająca sprężynka dotykałaby metalowej czapeczki, zamykając obwód wyzwalania sygnalizatora.

Pomysł nie jest nowy – jest nieco kłopotliwy i chyba zawodny, bo wędka może drgać także z innych powodów, niż ciągniecie żyłki przez rybę.

Błyskotliwą ideą błysnął Jacek **Konieczny** z Poznania. Z jego bazgrołów ledwo odcyfrowałem sens oryginalnego pomysłu. Jacek zwrócił uwagę, że luźno zwisająca żyłka nie będzie praktycznie przewodzić dźwięku, natomiast żyłka napięta – przeniesie dźwięk. Zasada wykorzystywana była (może i jeszcze jest) w dziecięcych telefonach. Wielu z nas robiło takie telefony z dwóch połówek metalowego pudełka po kremie Nivea i długiego, cienkiego sznurka lub nici. Jacek widzi możliwość określania stopnia napięcia żyłki (czyli przypuszczalnej wielkości ryby) na podstawie jej właściwości akustycznych (przewodzenia dźwięku i rezonansów). O tym pomyśle muszę wspomnieć, choć oczywiście zgadzam się z Autorem, że droga do jego zrealizowania nie jest prosta, a szczerze mówiąc pomysł jest zupełnie nierealny.

Spławiki

Część uczestników, na przykład Jarosław Tarnawa z Godziszki, Krzysztof **Winkiel** z Zygmuntowa, Marian **Jarek** i **Kacper Cybuch**, proponuje umieszczenie sygnalizatora w spławiku.

Marian przypomniał o kostce LM3909 opisanej w EdW 4/96 w artykule „Intrygująca mrygałka". Układ ten, jako bodaj jedyny umożliwia zaświecenie czerwonej diody LED przy zasilaniu układu napięciem z jednej bateryjki, czyli 1,2...1,6V. Pomysł jest naprawdę godny uwagi, bo baterie 1,5V, zarówno „paluszki", jak i miniaturowe bateryjki zegarkowe są zdecydo-

wanie tańsze od 3-woltowych baterii litowych przy porównywalnej pojemności. Poza tym zastosowanie jednej baterii alkalicznej typu LR44 wystarczyłoby na kilka dni nieprzerwanej pracy diody LED. W układzie intrygującej mrygałki częstotliwość błysków była mała, rzędu 1 Hz. Zastosowanie kondensatora o znacznie mniejszej pojemności da częstotliwość rzędu kilkudziesięciu i więcej herców, co (ludzkie) oko zinterpretuje jako ciągłe świecenie.

Dlaczego mówię o ciągłym świeceniu? Bo kilku kolegów wspomniało o chemicznych „świetlikach" wkładanych do przezroczystego spławika. Może sensowne byłoby wykorzystanie świecącego spławika, którego położenie byłoby dobrze widoczne w nocy.

Innym rozwiązanie byłoby wykonanie czujnika drgań, lub czujnika zanurzeniowego, który włączałby światełko w spławiku tylko w przypadku jego drgań lub zanurzenia. Ten sposób sygnalizacji brań jest jednak zawodny, bo fałszywe alarmy mogą być powodowane przez fale czy wiatr.

Nie bardzo potrafię sobie wyobrazić praktycznie rozwiązanie „elektronicznego" spławika z dodatkowym pływakiem, co zaproponowało kilku kolegów.

Chyba łatwiejsze byłoby po prostu zastosowanie dwóch elektrod: umieszczonych jedna poniżej, druga powyżej linii zanurzenia spławika. Już lekkie zanurzenie powinno powodować zwarcie elektrod przez wodę i zadziałanie sygnalizatora. Układ elektroniczny mógłby być prosty: bateryjka, tranzystor wzmacniający i element wykonawczy w postaci diody LED lub brzęczyka piezo. Część kolegów pisze, że rozwiązanie takie ma rację bytu i spotyka się podobne spławiki w sklepach wędkarskich.

Przy próbie samodzielnej budowy świecącego spławika, trzeba wziąć pod uwagę kąt świecenia źródła światła. Kilku kolegów pisze o potrzebie zastosowania hiperjasnej diody LED – totalny błąd: hiperjasne diody mają kąt świecenia rzędu 2...4 stopni, czyli krótko mówiąc praktycznie byłyby niewidoczne, bo trudno wyobrazić sobie spławik z systemem nawigacyjnym, naprowadzającym silną, ale bardzo wąską wiązkę światła dokładnie w kierunku wędkarza. Zamiast diody hiperjasnej należy zastosować np. trzy przyzwoite diody z matową soczewką, czyli diody o jak najszerszym kącie świecenia albo jedną diodę i element rozpraszający światło na wszystkie strony.

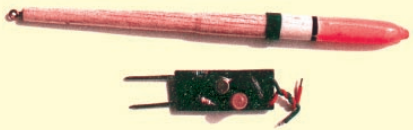
A tak w ogóle, to większość kolegów orzekła, że sygnalizacja świetlna niewiele daje – wędkarz może na chwilę odejść i właśnie wtedy, zgodnie z prawem Murphy'ego, ryba weźmie. Zdecydowanie bardziej skuteczna jest sygnalizacja dźwiękiem (najlepiej przerywanym), który w warunkach ciszy nad wodą, zwłaszcza nocą, wcale nie musi być głośny.

Modele

Kilku kolegów przysłało bądź fotografie modeli, bądź same modele.

Fotografia 1 pokazuje fragment układu Zbigniewa Wojciechowskiego – czujnik z potencjometrem. Fotografia 2 przedstawia model „elektronicznego" spławika, którego Autorem jest Krzysztof Winkiel z Zygmuntowa (model – małą ciemną płytkę widać obok zwykłego, nieprzerobionego spławika).

Prościutki układ z dwoma bateryjkami zegarkowymi, diodą LED, zawiasem (!) i prostym



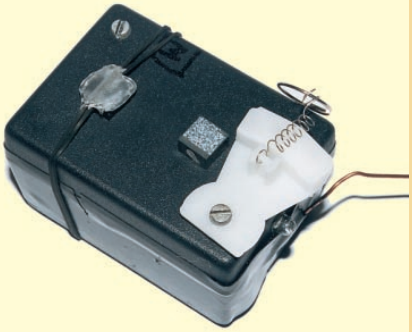
Fot. 2. Model elektronicznego spławika (Autor: Krzysztof Winkiel)

stykiem z drutu, ale bez żadnej obudowy, przysłał Marcin Jędras z Lubina.

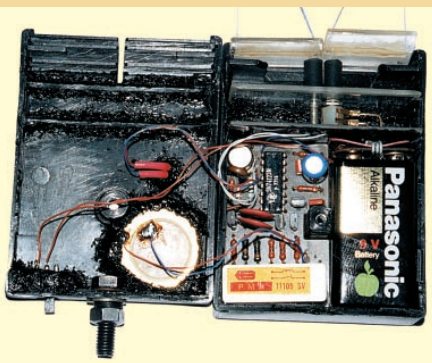
Na fotografii 3 można zobaczyć układ autorstwa Grzegorza Bednarza z Cięciny. Grzegorz umieścił układ elektroniczny składający się z dwóch bateryjek zegarkowych, kostki 555, przetwornika piezo i diody LED w korku od butelki Pepsi. Autor popełnił jednak pewien błąd – chodzi o to, że w spoczynku układ pobiera jednak pewien prąd. Niby 240µA to niewiele, ale dla maleńkich bateryjek to sporo. Należało pomyśleć o rozwiązaniu bardziej energooszczędnym, nie pobierającym w spoczynku prądu.

Fot. 3. Sygnalizator Grzegorza Bednarza

Kolejna fotografia pokazuje model Bartka Stróżyńskiego z Kęt. Tym prościutkim modelem zawierającym baterię, układzik z melodyjką VT66 i membranę piezo Bartek przekonał mnie, że można zrobić czujnik zawierający magnes i kontaktron, uruchomiany już niewielkim napięciem żyłki. Choć układ nie jest do końca dopracowany, Bartek otrzymuje symboliczny upominek.



Fot. 4 Model Bartka Stróżyńskiego



Fot. 5. Model Wiesława Oleksy

Fotografia 5 pokazuje rozwiązanie, którego Autorem jest Wiesław Oleksa z Tarnobrzega. Układ działa na zasadzie nieco podobnej jak myszka komputera. Żyłka umieszczona jest między gumowymi walcami. Jej przesuwanie wywoła obrót walców i okresowe zwieranie delikatnych styków. Współpracujący układ generatora monostabilnego (uniwibratora) zapewnia wytworzenie sygnału alarmowego przez określony dłuższy czas, nawet w przypadku jednorazowego, krótkiego zwarcia styków.

Układ elektroniczny wprawdzie do najnowocześniejszych nie należy, ale za bardzo staranne wykonanie, zwłaszcza części mechanicznej, Wiesław otrzymuje nagrodę.

Na koniec wspomnę jeszcze o perypetiach Marcina Wiązania z Gacek. Nasz, jak na razie najaktywniejszy terenowy współpracownik (jeśli mogę użyć tego określenia), nie ma ostatnio szczęścia w Szkole. Przysłał mianowicie faks z doniesieniem, że modele wysłane do Redakcji zostały mu zwrócone przez Pocztę, choć przesyłka była prawidłowo zaadresowana. Cóż, nie tylko on, ale też kilku innych uczestników Szkoły miało już podobne przygody.

Dosłownie w ostatniej chwili (15 września) dotarły do mnie prace Mariusza Nowaka z Gacek i braci Łukasza i Olka Szymczaków z Barlinka. Mariusz wysłał paczkę 18 sierpnia. Taki czas wędrówki paczek przekonuje mnie, że konieczne jest przedłużenie terminu nadsyania prac – uczynię to w jednym z następnych numerów.

Ze względu na opóźnienia, nie mogę zaprezentować fotografii nadesłanych modeli, a były one tego warte ze względu na staranność wykonania. Mariusz Nowak przysłał nawet dwa działające modele: jeden wykorzystujący barierę podczerwieni (diodę nadawczą i fotodiodę odbiorczą). Choć pobór prądu jest absolutnie nie do przyjęcia (13mA w spoczynku), staranność wykonania zasługuje na uznanie.

Drugi model Mariusza, zasilany małą 12-woltową baterią do pilotów samochodowych wykorzystuje kontaktron i magnes. Tu pobór prądu w spoczynku jest znikomy.

Za oba działające i bardzo starannie wykonane modele Mariusz otrzymuje nagrodę.

Równie starannie wykonali swoje modele bracia bliźniacy Łukasz i Olek Szymczak. Każdy przysłał swoje opracowanie. Obaj wykorzystują fabryczny mikrostyk (produkcji FAEL). Układ sygnalizacyjny jest wyzwalany przez wyciągnięcie zawleczki – powoduje to przełączenie i włączenie brzęczyka i diody LED. Jeden z braci proponuje wykorzystanie migającej diody LED, drugi zbudował układ z kostką LM3909. Oba modele zostały starannie wykonane i zabezpieczone przed wodą.

Ich Autorzy również otrzymują nagrodę – mam nadzieję, że będą potrafili wspólnie z niej korzystać.

Tym razem nie podaję schematów, bo proponowane układy generatorów z kostką 555 lub 4093 znajdziecie w poprzednich numerach EdW.

Nagrody za rozwiązanie zadania 17 otrzymują Wiesław Oleksa, Piotr Marciniak, Mariusz Nowak oraz bracia Łukasz i Olek Szymczak. Bartek Stróżyński, Łukasz Bajdo i Grzegorz Bednarz otrzymują drobne upominki.

Jak zawsze pozdrawiam wszystkich uczestników oraz sympatyków Szkoły.

Wasz instruktor
Piotr Górecki

Pierwsze kroki w cyfrówce

część 10

Generatory CMOS (i nie tylko)

Jak obiecałem, w dzisiejszym odcinku zajmiemy się generatorami bardziej złożonymi, niż te omówione w poprzednim odcinku.

Żebyś jednak nie zatracił właściwych proporcji przypomnę, że w zdecydowanej większości konstruowanych układów można i należy stosować najprostsze rozwiązania z bramkami i inwerterami. Jeśli przeprowadziłeś proponowane przeze mnie przed miesiącem eksperymenty, sam mogłeś się przekonać, że stabilność częstotliwości w funkcji temperatury i napięcia zasilającego jest wystarczająca do większości zastosowań. Jeśli jeszcze tego nie zrobiłeś, zdecydowanie cię namawiam, zarówno do sprawdzenia stabilności termicznej, jak i napięciowej oraz do skrupulatnego zapisania warunków eksperymentu i uzyskanych wyników.

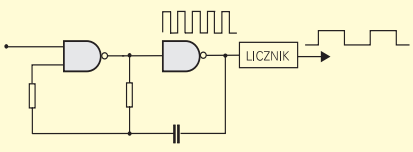
W dotychczasowych odcinkach zapoznałem cię z różnorodnymi układami czasowymi, wykorzystującymi bramki i inwertery. Ale nie zawsze wystarczą prościutkie generatory z bramkami, dlatego musisz koniecznie znać kilka innych rozwiązań. Nie tylko znać, ale i rozumieć, jakie są ich właściwości i w jakich przypadkach należy je stosować.

Szczególne cechy

Poniżej wspomnę o kilku ważnych cechach generatorów.

1. W wielu układach potrzebne są generatory bramkowane. To znaczy, że generator ma wejście sterujące, czyli właśnie bramkujące. Generator zaczyna pracować dopiero po podaniu odpowiedniego stanu logicznego na wejście sterujące.

Nieodłączną cechą ogromnej większości prostych generatorów jest fakt, że pierwszy generowany impuls jest znacznie dłuższy od pozostałych. Zwykle nie jest to przeszkodą, ale w bardzo rzadkich przypadkach ma to znaczenie i wtedy trzeba szukać generatora, który generuje wszystkie impulsy równej długości. Najprostszym praktycznym rozwiązaniem jest zastosowanie generatora wyposażonego w dodatkowy licznik. Obecność licznika, który musi zliczyć dużą liczbę impulsów generatora, by zmienić stan na swym wyjściu, skutecznie redukuje ten problem. Idea pokazana jest na rysunku 61. Na przykład jeśli nawet zastosowany generator będzie wytwarzał pierwszy impuls o podwójnej długości, to dzięki zastosowaniu dziesięciobitowego licznika dwójkowego (liczącego do 2^{10}, czyli do 1024) pierwszy impuls na wyjściu tego licznika będzie dłuższy od następnych mniej niż o 1 promil (0,1%). Radykalna poprawa, prawda?



Rys. 61. Idea generatora z licznikiem

Ponieważ współczesne układy CMOS pracują bez problemu przy częstotliwościach ponad 1MHz, więc nawet zastosowanie licznika dziesięciobitowego umożliwia uzyskanie na wyjściu licznika częstotliwości rzędu 1kHz i dowolnie większych. Nie zapominaj o tej możliwości.

Idea ta jest bardzo prosta do zrealizowania w kilku kostkach CMOS – o szczegółach powiem ci za chwilę.

2. W wielu sytuacjach potrzebne są generatory (oraz przerzutniki monostabilne, wytwarzające jeden impuls) o bardzo długich czasach. Można do tego wykorzystać generator z bramką Schmitta i zastosować kondensatory elektrolityczne o dużej pojemności, najlepiej tantalowe (por. rysunki 51, 52 i 60 w EdW 8/97 i 9/97).

Takie rozwiązanie jest jednak niezbyt chętnie stosowane przez konstruktorów, przede wszystkim ze względu na duży rozrzut pojemności elektrolitów oraz duże zmiany tej pojemności z upływem czasu i w funkcji temperatury. Poza tym można powiedzieć, że generator z dużymi elektrolitami to rozwiązanie „nieeleganckie".

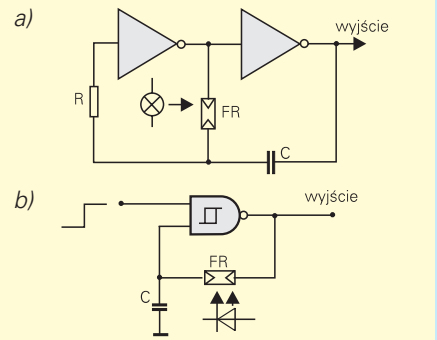
Dlatego do uzyskania przebiegów o bardzo małej częstotliwości (poniżej 1Hz) i impulsów o czasie powyżej 1 sekundy, zazwyczaj stosuje się właśnie odpowiednie układy scalone z wewnętrznymi licznikami. Zastosowanie licznika pozwala uzyskać impulsy o dowolnej długości, rzędu minut, godzin lub nawet dni.

3. Generatory o zmiennej częstotliwości. Najczęściej do zmiany częstotliwości generatora wykorzystuje się potencjometr. Są jednak zastosowania, gdzie potrzebny jest generator przestrajany napięciem. Generator taki nazywany jest VCO = Voltage Controlled Oscillator, czyli właśnie generator przestrajany napięciem. Przyzwyczaj się do tego skrótu, bo powszechnie spotyka się go w literaturze elektronicznej. Kiedyś próbowano wprowadzić polski skrót – GPN, ale nie przyjął się on w praktyce.

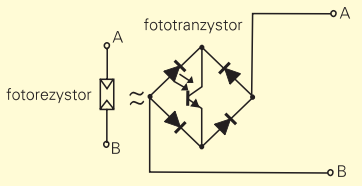
W źródłach pisanych spotyka się różne propozycje wykonania generatora przestrajanego napięciem. Bardzo często są to precyzyjne przetworniki napięcia na częstotliwość wykorzystywane w technice pomiarowej, lecz niekiedy w amatorskiej literaturze można spotkać niepotrzebnie rozbudowane i po prostu kiepskie rozwiązania takich generatorów.

Ja generalnie chciałbym ci polecić prosty sposób, wykorzystujący kostkę CMOS 4046. O tym układzie za chwilę.

Innym w miarę prostym i skutecznym rozwiązaniem jest wykorzystanie prostego generatora z bramkami, i zastąpienie rezystora wyznaczającego częstotliwość fotorezystorem. Ideę pokazuje rysunek 62. Ponieważ przy ładowaniu i rozładowaniu kondensatora przez (foto)rezys-



Rys. 62. Generatory z fotorezystorem



Rys. 63. Odpowiednik fotorezystora

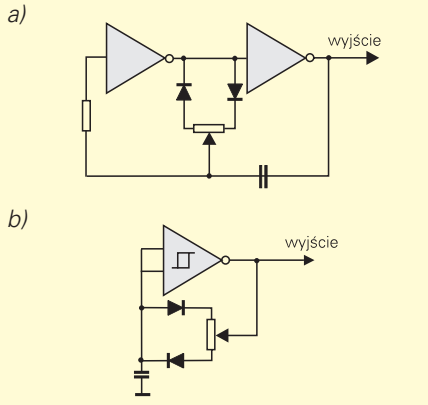
tor prąd płynie w obu kierunkach, więc w tym układzie nie można zastosować wprost typowego transoptora z diodą LED i fototranzystorem lub fotodiodą. Właśnie konieczność budowy we własnym zakresie transoptora z fotorezystorem powoduje, że proste sposoby z rysunku 62 nie są popularnie w praktyce. Wprawdzie można spróbować wykorzystać zwykły transoptor z fototranzystorem i mostek diodowy wg **rysunku 63**, ale i ten w miarę tani sposób nie jest stosowany w praktyce.

Po co „bawić się" z dodatkowymi elementami, gdy istnieje popularna i tania kostka 4046?

Dlatego raczej nie polecam ci żadnych prostych rozwiązań generatorów VCO z bramkami CMOS, bo takie rozwiązania mają liczne wady.

Zapoznaj się natomiast i zaprzyjaźnij z kostką 4046.

4. Generatory o zmiennym współczynniku wypełnienia. Częściej, niż ci się może wydaje, będziesz potrzebował generatorów o stałej częstotliwości i zmiennym współczynniku wypełnienia. Znasz już najprostsze rozwiązania z potencjometrem i diodami. Dwa przykładowe rozwiązania przypominam ci na **rysunku 64**. Ale takie układy mają szereg wad. Po pierwsze, wypełnienie można zmieniać jedynie ręcznie; po drugie, częstotliwość nie jest stała, co w pewnych sytuacjach jest istotną wadą.

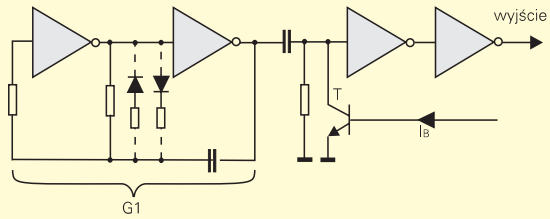


Rys. 64. Zmiana współczynnika wypełnienia za pomocą potencjometru

Może będziesz zdziwiony, ale nie zaproponuję ci tutaj wyłącznie układów typowo cyfrowych, opartych na układach CMOS.

W pewnych sytuacjach lepsze są inne rozwiązania.

Przede wszystkim powinieneś zrozumieć działanie układów z **rysunków 65...69** i przestać się ich bać. W praktyce tego typu rozwiązania stosuje się bardzo często, zwłaszcza w obwodach regulacji mocy czy w impulsowych przetwornicach napięcia.



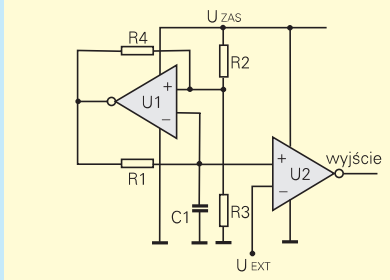
Rys. 65. Zmiana współczynnika wypełnienia za pomocą prądu bazy tranzystora

Układ z rysunku 65 pozwala regulować współczynnik wypełnienia impulsu wyjściowego od zera do takiej wartości, jaką ma przebieg generatora G1. Zwykle przebieg generatora G1 ma współczynnik wypełnienia około 50%, ale przez dodanie rezystora i diody (zaznaczonych linią przerywaną), można skorygować ten współczynnik w zakresie 5%...95%. W rezultacie cały układ może dać na wyjściu impulsy prostokątne o stałej częstotliwości i wypełnieniu zmienianym za pomocą zmian prądu bazy tranzystora T. W układzie można też zastosować tranzystor MOSFET i wtedy wielkością regulującą wypełnienie będzie napięcie na bramce tego tranzystora.

Uwaga! W tego typu układzie nie można stosować bramek z wejściem Schmitta, bo niemożliwe będzie uzyskanie współczynnika wypełnienia bliskiego zeru!

W praktyce spotyka się jeszcze inne sposoby wytwarzania przebiegu o współczynniku wypełnienia zmienianym za pomocą zewnętrznego napięcia. Dobrym rozwiązaniem jest wykorzystanie dwóch wzmacniaczy operacyjnych, z których jeden (U1) pracuje jako generator, a drugi (U2) jako układ porównujący – czyli komparator.

Schemat takiego układu pokazany jest na **rysunku 66**. Na kondensatorze C1 występuje przebieg o kształcie zbliżonym do trójkątnego i częstotliwości zależnej od stałej czasowej R1C1. Komparator U2 porównuje chwilowe napięcie na kondensatorze C1 z zewnętrznym napięciem UEXT. Wypełnienie przebiegu wyjściowego można bez problemu zmieniać w pełnym zakresie od 0% do 100%.



Rys. 66. Układ z dwoma wzmacniaczami operacyjnymi

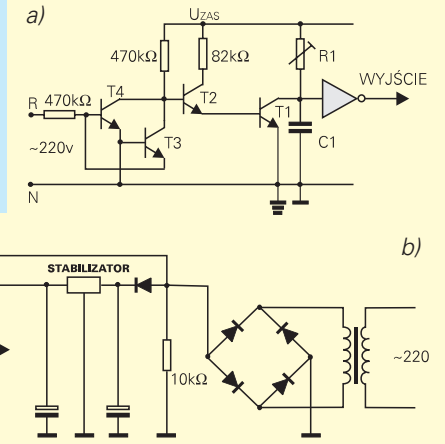
Powinieneś wiedzieć, że amplituda przebiegu trójkątnego, a tym samym zakres napięć U_{EXT}, dla których występuje regulacja, zależy od stosunku rezystancji R2 i R3 do R4. W konkretnych układach można więc dobrać potrzebny zakres napięć regulacji odpowiednio zmieniając wartość R4 (amplituda) oraz stosunek R2 i R3 (przesuwanie zakresu w górę lub w dół). Szczegóły wykraczają jednak poza ramy tego artykułu.

Teraz kolejne układy.

W niektórych układach, na przykład w obwodach fazowej regulacji mocy odbiorników zasilanych z sieci energetycznej 50Hz, potrzebne są generatory synchronizowane częstotliwością sieci, dające na wyjściu przebieg o zmiennym współczynniku wypełnienia, czyli inaczej mówiąc, impulsy o regulowanym czasie trwania.

Najprostszym rozwiązaniem jest zastosowanie triaka, diaka i obwodu RC, ale taki sposób umożliwia tylko ręczną regulację.

W praktyce stosuje się odmiany układu pokazanego na **rysunku 67** (szczerze mówiąc, należy się zastanowić, czy do takiego celu nie lepiej wykorzystać specjalizowany układ scalony, na przykład



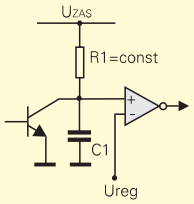
Rys. 67. Synchronizowane układy regulacji współczynnika wypełnienia

znaną z EdW 6/97 kostkę U2400 firmy Temic, która ma możliwość synchronizacji przebiegiem sieci, czy układy U208, U2008 przeznaczone do fazowego sterowania silnikami elektrycznymi). Na rysunku 67a pokazano rozwiązanie, w którym przebiegiem synchronizującym jest pełne napięcie sieci 220V. Rysunek 67b pokazuje układ, w którym przebieg synchronizujący bierze się z uzwojenia wtórnego transformatora.

W obu przypadkach potrzebne są obwody synchronizacji. Są to obwody zawierające tranzystory T1...T4. W obu przypadkach obwody te zapewniają pełne rozładowanie kondensatora C1 w momencie przejścia napięcia sieci przez zero. Aż do przyjścia następnego impulsu zerującego, co nastąpi po 10 milisekundach, czyli jednym półokresie przebiegu sieci, kondensator C1 będzie się ładował przez rezystor R1. W zależności od wartości rezystora R1, a ściślej od wartości płynącego przezeń prądu, ładowanie kondensatora będzie szybsze lub wolniejsze. Tym samym współpracująca bramka (inwerter) będzie zmieniać stan swego wyjścia w różnych momentach.

Układy z rysunku 67 też zawierają niewygodny do regulacji rezystor R1. Ale zauważ, że przez ten rezystor prąd zawsze płynie w jednym kierunku. Dzięki temu nie musi to być wcale rezystor – można zastosować automatyczną regulację, stosując zamiast rezystora R1 jedno z rozwiązań pokazanych na rysunku 68. Możliwość wykorzystania źródła prądowego z tranzystorem, transoptora, fototranzystora, itp., umożliwia sprzęgnięcie tego bloku regulacji z różnymi układami sterującymi.

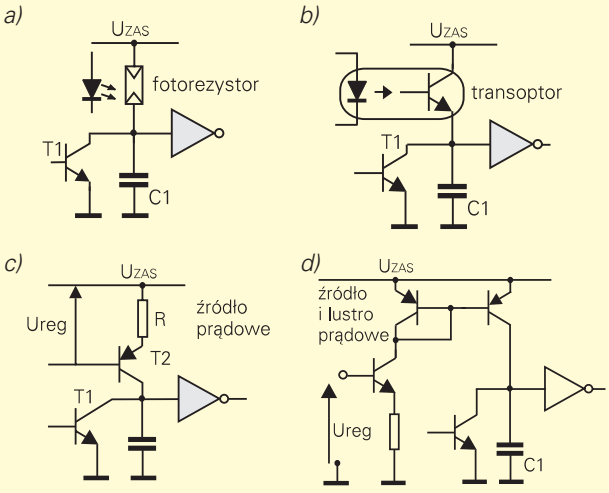
W praktyce często spotyka się też inny sposób regulacji współczynnika wypełnienia tak synchronizowanego przebiegu. Ideę pokazuje rysunek 69. Tym razem rezystor R1 ma stałą wartość, tak dobraną, by przez okres między impulsami rozładowującymi kondensator zdążył się naładować do 60...90% napięcia zasilającego. Elementem decydującym o współczynniku wypełnienia jest teraz komparator, porównujący przebieg napięcia na kondensatorze C1 z napięciem UREG podawanym na drugie wejście komparatora. W tym rozwiązaniu wypełnienie przebiegu jest zależne wprost od napięcia UREG.



Rys. 69. Inny sposób regulacji

Zauważ, że w obu omówionych sposobach można uzyskać wypełnienie od zera do blisko 100%.

Przy częstotliwościach sieci, w roli komparatora może pracować wzmacniacz operacyjny. Ze względu na zakres napięć wejściowych dobrze jest zastosować układ, mogący pracować przy napięciach wejściowych bliskich zeru (ściślej biorąc – ujemnemu napięciu zasilania), na przykład LM358 czy LM324. Inne wzmacniacze, takie jak popularny układ 741, czy też TL06X...TL08X nie mogą pracować przy napięciach wejściowych bliskich ujemnemu napięciu zasilania, a więc nie będzie można uzyskać regulacji wypełnienia w całym podanym, szerokim zakresie.



Rys. 68. Różne możliwości regulacji

Układy z rysunków 66...69 podaję ci tylko dla informacji. Nie są to, ściśle rzecz biorąc, układy czasowe z układami CMOS (zawierają tranzystory i wzmacniacze operacyjne), ale bywają używane do współpracy z takimi układami.

Na rysunkach 66 ...69 pokazałem ci tylko przykłady ilustrujące główne idee. W praktyce zarówno wartości elementów, jak i szczegółowy układ połączeń należy dobrać w zależności od konkretnych potrzeb, a niekiedy dodatkowo wzbogacić (najczęściej o obwód niewielkiej histerezy w układzie komparatora).

Tyle o układach generatorów. Teraz przystępujemy do przeglądu specjalizowanych układów scalonych, wykorzystywanych w układach czasowych, czyli generatorach i uniwibratorach.

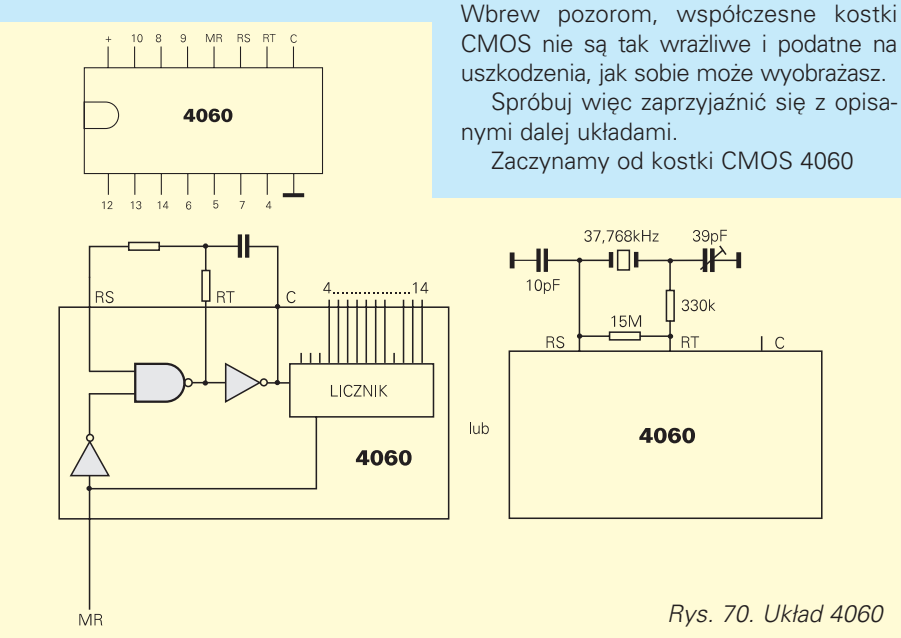
Zanim to zrobimy, chciałbym zachęcić cię, byś nie podchodził do nie znanych ci kostek, jak przysłowiowy pies do jeża. Wiem z doświadczenia, że elektronicy (i nie tylko oni) obawiają się nowości, mają tendencję do stosowania tylko kostek bardzo dobrze sobie znanych, a unikania układów dotychczas nie stosowanych. Nie traktuj nieufnie opisanych dalej kostek jak „obcych, nieznanych, dalekich i wręcz podejrzanych". Są to stare układy, opracowane jeszcze w latach siedemdziesiątych. Ogromna rzesza konstruktorów zdążyła się już z nimi dobrze zapoznać i je polubić.

Zapoznaj się z nimi i ty.

Nawet jeśli nie będziesz pewny jakiejś funkcji układu, czy nie zrozumiesz dokładnie, jaką rolę pełni dane wyprowadzenie – nie rezygnuj! Układy te są dziś bardzo tanie i naprawdę nic nie stoi na przeszkodzie, byś praktycznie wypróbował daną kostkę. Nie obawiaj się, że od razu uszkodzisz delikatną strukturę CMOS. Wbrew pozorom, współczesne kostki CMOS nie są tak wrażliwe i podatne na uszkodzenia, jak sobie może wyobrażasz.

Spróbuj więc zaprzyjaźnić się z opisanymi dalej układami.

Zaczynamy od kostki CMOS 4060



Rys. 70. Układ 4060

4060

Układ scalony 4060, znany już z licznych konstrukcji w EdW, zawiera wewnętrzny generator, oraz 14-bitowy dwójkowy licznik. Niestety, nie wszystkie wyjścia licznika są wyprowadzone (brak wyprowadzeń 1, 2, 3 i 11 wyjścia), co w niektórych sytuacjach jest istotną wadą. Pomimo to kostka ta jest bardzo często stosowana do wytwarzania przebiegów o długich i bardzo długich czasach. Warto pamiętać, że na końcówce C (nóżka 9) występuje niepodzielony sygnał generatora, który również można wykorzystać.

Rysunek 70 pokazuje w uproszczeniu wewnętrzną budowę układu i możliwości dołączania elementów zewnętrznych: obwodu RC lub rezonatora kwarcowego, a także rozkład wyprowadzeń. Częstotliwość generatora wyznaczają elementy RT i C, natomiast rezystor RS jest jedynie rezystorem pomocniczym, zabezpieczającym i jego wartość może wynosić 10...100kΩ. Wartości RT i C można zmieniać w szerokich granicach 4,7kΩ...10MΩ, 100pF...1µF lub więcej, przy czym powinien być stosowany kondensator stały, nie elektrolit. Ze względu na stabilność nie zaleca się także kondensatorów ceramicznych ferroelektrycznych, czyli „ceramicznych lizaczków" o pojemności większej niż 1nF.

To chyba jest dla ciebie jasne, bo kilkakrotnie ci to tłumaczyłem.

Częstotliwość generatora trochę zależy od rezystancji RS, ale w pierwszym przybliżeniu możesz śmiało korzystać z uproszczonego wzoru:

$$f = \frac{1}{2{,}3 \times RT \times C}$$

Układ może być sterowany z zewnętrznego generatora, i wtedy przebieg trzeba podać na wejście RS (nóżka 11), pozostawiając końcówki RT i C (nr 9 i 10) niepodłączone.

Powinieneś jeszcze znać działanie wejścia MR (Master Reset) – końcówka 12. Podanie na to wejście stanu wysokiego blokuje pracę generatora i zeruje licznik – na wszystkich wyjściach licznika wymusza stan niski.

Stan niski na wejściu MR zezwala na pracę układu, generator zaczyna pracować i na kolejnych wyjściach licznika z czasem pojawiają się impulsy o długości proporcjonalnej do stopnia podziału danego wyjścia.

Ponieważ 14-bitowy licznik zlicza do 16384, więc stosując w generatorze elementy RT i C, dające częstotliwość około 1Hz (np. 1MΩ 470nF), uzyskasz na ostatnim, czternastym wyjściu licznika częstotliwość około 0,000056Hz, co daje okres 17700 sekund, czyli 300 minut, czyli pięć godzin!

Uważaj teraz! Czy to znaczy, że na tym ostatnim wyjściu dodatni impuls będzie trwał pięć godzin?

Jak sądzisz?

Początkujący popełniają tu często błąd, uważając, że tak.

Zauważ, że to okres, czyli pełny cykl, będzie trwał te 5 godzin – po uruchomieniu licznika na ostatnim wyjściu najpierw przez 2,5 godziny będzie trwał stan niski, a dopiero potem na 2,5 godziny pojawi się stan wysoki, następnie na kolejne 2,5 godziny stan niski, a potem znów stan wysoki, itd.

Nie zapominaj o fakcie, że czas trwania dodatniego impulsu w takim liczniku jest o połowę krótszy od obliczonego okresu. Na sprawę tę natkniesz się też przy korzystaniu z kolejnego ciekawego układu – kostki 4541.

4541

Układ 4541 jest naprawdę uniwersalnym układem czasowym, umożliwiającym wytwarzanie fali prostokątnej i pojedynczych impulsów o długich i bardzo długich czasach.

Schemat blokowy kostki, pokazany na rysunku 71 może cię trochę przestraszyć. Ale w praktyce nie ma tu nic strasznego. Jak chcesz, zajrzyj do katalogu, żeby poznać dalsze szczegóły dotyczące tej kostki, ja celowo podaję ci tylko to, co niezbędne i co najczęściej wykorzystuje się w praktyce.

Elementy wyznaczające częstotliwość generatora dołączane są do końcówek RT, C, RS (nóżki 1, 2 i 3). Jak zwykle RS ma wartość 10...100kΩ, natomiast RT i C można dobierać według potrzeb w szerokim zakresie, byleby tylko C był kondensatorem stałym.

Układ ma wbudowany licznik-dzielnik i tylko jedno wyjście O (końcówka 8).

Najpierw rozprawimy się z wejściem AR (nóżka 5).

Gdy jest ono zwarte do masy, po włączeniu napięcia zasilającego następuje automatyczne zerowanie (AR = Auto Reset). Ale pamiętaj, że zerowanie takie następuje tylko przy napięciach zasilania nie mniejszych niż 5V. Jeśli więc napięcie zasilania wynosi co najmniej 5V, śmiało możesz końcówkę 5 zewrzeć na stałe do masy i zupełnie o niej zapomnieć.

Powinieneś też wiedzieć, że gdy wejście AR jest zwarte do plusa zasilania, wtedy co prawda po włączeniu zasilania nie następuje automatyczne zerowanie, ale za to kostka może pracować przy znacznie niższych napięciach, w praktyce już od 2V (co może być cenne, jeśli zasilasz układ jedną baterią litową 3V), poza tym ma jeszcze bardziej zmniejszony pobór prądu – poniżej 1µA (gdy AR=L pobór prądu też jest niewielki i wynosi kilkadziesiąt mikroamperów). Możesz więc równie dobrze dołączyć nóżkę 5 na stałe do plusa zasilania.

Jak z tego widzisz, w większości przypadków, końcówka AR może być podłączona dowolnie – albo do plusa zasilania, albo do masy i nie będzie to miało znaczenia dla działania układu (oczywiście nie możesz jej pozostawić niepołączonej).

Teraz parę słów o wejściu MODE (nóżka 10). Stan wysoki na tym wejściu (zwarcie do plusa zasilania) powoduje, że kostka pracuje jako generator astabilny, czyli po prostu generuje falę prostokątną o wypełnieniu 50%.

Gdy wejście MODE jest zwarte do masy, układ staje się generatorem monostabilnym, czyli po pobudzeniu wytwarza jeden impuls o określonej długości.

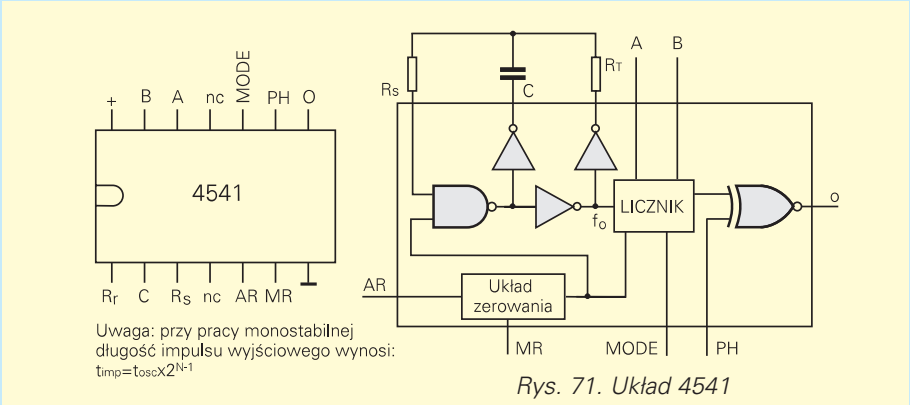
Częstotliwość, czy też czas przebiegu na wyjściu zależy od częstotliwości generatora i stopnia podziału wewnętrznego programowanego licznika.

Tu też sprawa jest beznadziejnie prosta: w zależności czy potrzebujesz wytwarzać falę prostokątną, czy pojedynczy impuls, odpowiednio łączysz wejście MODE.

A teraz końcówka zerująca MR (Master Reset) – nóżka 6.

Przy pracy astabilnej sprawa jest beznadziejnie prosta – stan wysoki na wejściu MR blokuje pracę generatora i wewnętrznego licznika-dzielnika. Może więc po prostu służyć jako wejście bramkujące, sterujące pracą układu.

Przy pracy monostabilnej sprawa jest tylko odrobinę trudniejsza. Stan wysoki na



Rys. 71. Układ 4541

MR również zatrzymuje pracę wszystkich wewnętrznych układów. Uważaj! Podanie stanu niskiego na MR rozpoczyna cykl pracy, czyli wytwarzanie jednego impulsu. O jego czasie trwania powiem ci za chwilę.

Muszę ci dokładniej wytłumaczyć zasadę działania i przebiegi czasowe w trybie monostabilnym, bo wielu (nie tylko początkujących) użytkowników gubi się w tym miejscu.

Zanim przejdziemy do szczegółów, dwa słowa o wejściu PH (PHASE), oznaczanym także Q/Q\ (czytaj: ku, nie ku).

Wejście to wprowadzono dla wygody użytkownika. Uważaj (i może naucz się tego na pamięć): stan wejścia PH określa, jaki stan logiczny występuje na wyjściu O w czasie i tuż po zerowaniu. To jest kluczowa, bardzo zresztą prosta zasada, którą musisz rozumieć. Dlatego zadam ci pytanie testowe:

Jaki stan wystąpi na wyjściu O (nóżka 9), gdy wejście PH (nóżka 10) jest połączone z masą, a na wejściu MR (nóżka 6) występuje stan wysoki?

Oczywiście, układ jest zerowany przez MR, więc na wyjściu będzie się utrzymywał stan niski, bo PH=L. Wszystko jasne! W takiej sytuacji w trybie pracy astabilnej, po podaniu na wejście MR stanu niskiego, nadal na wyjściu O będzie się utrzymywał stan niski, potem pojawi się stan wysoki, potem znów niski, itd. Z jaką częstotliwością?

Sprawa jest prosta.

Częstotliwość generatora RC możesz obliczać ze znanego już wcześniej wzoru:

$$f = \frac{1}{2{,}3 \times RT \times C}$$

W praktyce raczej oblicza się po prostu czas cyklu, czyli okres:

$$T = 2{,}3 \times RT \times C$$

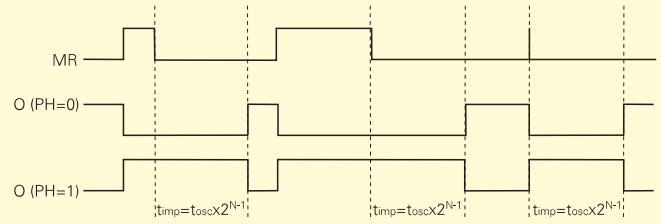
Częstotliwość generatora RC jest dzielona w programowanym liczniku. Stopień podziału licznika możesz wybrać z wartości: 256, 1024, 8192, 65536, ustawiając odpowiednio stany logiczne na jego wejściach programujących A i B (nóżki 12 i 13). Pomoże ci tabelka:

Tabela

A	B	stopień podziału	licznik dzieli przez:		
0	0	13	2^{13}	czyli	8192
0	1	10	2^{10}	czyli	1024
1	0	8	2^{8}	czyli	256
1	1	16	2^{16}	czyli	65536

W praktyce prawie zawsze wykorzystuje się najwyższy stopień podziału, czyli po prostu zwiera się nóżki 12 i 13 do plusa zasilania.

Zauważ, że po zastosowaniu elementów RT C o wartościach np. 2,2MΩ, 1µF uzyskasz częstotliwość generatora około 0,2Hz, czyli okres 5 sekund. Po podziale przez 65536 uzyskasz okres przebiegu ponad 92 godziny, czyli prawie cztery doby! To jest coś – dłuższych czasów raczej nie będziesz potrzebował!



Rys. 72. Praca układu monostabilnego przy różnych przebiegach na wejściu MR

Teraz wracamy do pracy monostabilnej.

Wiesz już, że wejście PH określa stan wyjścia O w czasie, i tuż po zerowaniu, a cykl pracy zaczyna się po pojawieniu się stanu niskiego na wejściu MR. Czy już potrafisz odpowiedzieć na pytanie, co dzieje się na wyjściu w trybie pracy monostabilnej?

Zwróć uwagę, że to nie podanie stanu wysokiego na wejście MR rozpoczyna cykl pracy, ale usunięcie stanu wysokiego z tego wejścia. To w praktyce oznacza, że czas trwania impulsu na wyjściu jest równy sumie czasu trwania stanu H na wejściu MR, jak i czasu wyznaczonego przez generator i licznik. W pewnych sytuacjach jest to wielką zaletą, w innych wadą.

Jeśli tego do końca nie rozumiesz, przeanalizuj rysunek 72, na którym pokazałem ci różne przebiegi na wejściu MR i wyjściu Q dla różnych stanów wejścia PH, oczywiście przy pracy monostabilnej.

Być może chciałbyś, by cykl pracy rozpoczynał się w momencie pojawienia się stanu wysokiego na wejściu MR. Nic trudnego: wystarczy na tym wejściu dodać układ różniczkujący R1C1, pokazany na rysunku 73. Wystarczy, by stała czasowa RC tego obwodu była większa niż 1µs. Wtedy impuls wyjściowy będzie praktycznie równy czasowi wyznaczonemu przez RT, C i stopień podziału licznika, a niezależny od czasu trwania stanu wysokiego na wejściu MR. Właśnie przy sterowaniu wejścia MR krótkimi impulsami dodatnimi (które zwykle nazywa się impulsami szpilkowymi lub po prostu szpilkami) uzyskuje się pracę układu jako typowego przerzutnika monostabilnego.

Chciałbym ci jednak zwrócić uwagę, że choć przebiegi podane na rysunku 72 mogą się ci wydać nieinteresujące i niepotrzebne, nie lekceważ ich – często właśnie takie sposoby sterowania przerzutnika monostabilnego są wręcz idealne do układów opóźniających.

Przy okazji jedna uwaga: gdy wejście AR=L, cykl pracy przerzutnika monostabilnego rozpoczyna się po włączeniu zasilania – może to czasem wykorzystasz w praktyce.

I jeszcze jedno: podane w tabelce stopnie podziału dotyczą generatora astabilnego. Jeśli wykorzystujesz kostkę w roli przerzutnika monostabilnego, wytwarzającego pojedynczy impuls, albo bloku opóźniającego, czas impulsu, czy czas opóźnienia jest...

no powiedz sam...

Tak! O połowę krótszy od czasu wynikającego z pomnożenia:

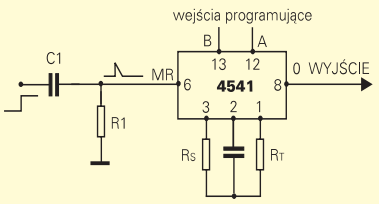
2,3×RT×C×stopień podziału podany w tabeli.

Ta sprawa wyszła już nam przy omawianiu licznika 4060.

Dlatego w trybie pracy monostabilnej (MODE=L), przy zaprogramowaniu najwyższego stopnia podziału (A=B=H), czas impulsu lub opóźnienia wyniesie:

Ttot = (2,3×RT×C)×2^{15} = (2,3×RT×C) 16384=37700×RT×C

Zauważ, że uzyskiwany współczynnik podziału licznika dwójkowego wynosi 15, a nie 16, jak było w układzie generatora astabilnego.

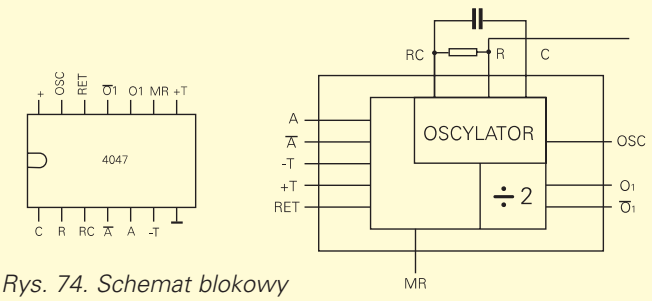


Rys. 73. Wyzwalanie układu 4541 narastającym zboczem przebiegu

Choć na pierwszy rzut oka wykorzystanie kostki 4541 może ci się wydać trudne, w rzeczywistości tak nie jest. Wystarczy dołączyć elementy RT C i RS, wejścia AR, MODE, PH, A i B połączyć do masy lub plusa zasilania, i ewentualnie wykorzystać wejście MR do sterowania – naprawdę nic trudnego.

Spróbuj sam i od tej pory, jeśli masz wykonać generator albo układ czasowy o długim czasie trwania impulsu, nie kombinuj z elektrolitami o dużej pojemności, tylko wykorzystaj kostkę 4541. To naprawdę jest bardzo proste!

Piotr Górecki



Rys. 74. Schemat blokowy i wyprowadzenia układu 4047

4047

Zastanawiałem się, czy prezentować kostkę 4047, którą osobiście stosuję bardzo rzadko. Przedstawię ci ją z trzech względów:

1. Jest to układ o dużej stałości czasu w funkcji temperatury i napięcia zasilającego.
2. Wiele egzemplarzy kostki może pracować przy bardzo niskim napięciu zasilającym, już nieco powyżej 1V.
3. Wbudowany dodatkowy dzielnik przez 2 umożliwia różnorodne wykorzystanie.

Odnośnie do punktu pierwszego – stabilność częstotliwości i czasu rzeczywiście jest bardzo dobra, jak na układy CMOS: w zakresie częstotliwości do 10kHz wynosi ±0,5% +0,015%/ C dla Uzas = 10V±10%. Oczywiście w wielu układach pomiarowych taka stabilność nadal jest zbyt mała i trzeba stosować rezonator kwarcowy i odpowiednie dzielniki.

Istotną zaletą jest możliwość zasilania niskim napięciem. Układy CMOS serii 4000 generalnie mają zakres napięć zasilania 3...18V. Z moich doświadczeń wynika, że wiele egzemplarzy pracuje nawet przy napięciach poniżej 1,5V, co w pewnych sytuacjach pozwala budować układy zasilane z jednej baterii 1,5V. Oczywiście zalecam daleko posuniętą ostrożność, bo napięcie baterii z czasem spada i układ musiałby niezawodnie pracować nawet przy zasilaniu 1,1...1,2V. Ale w każdym razie warto o tym wiedzieć.

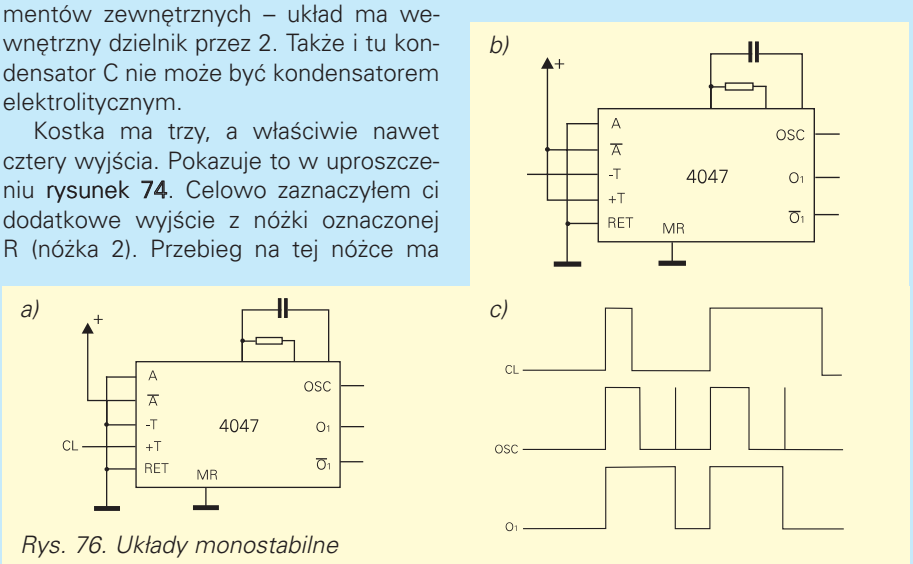
Musisz jeszcze wiedzieć, że oprócz oscylatora (generatora), trochę innego, niż w kostkach 4060 i 4541 – wymagającego tylko dwóch elementów zewnętrznych – układ ma wewnętrzny dzielnik przez 2. Także i tu kondensator C nie może być kondensatorem elektrolitycznym.

Kostka ma trzy, a właściwie nawet cztery wyjścia. Pokazuje to w uproszczeniu **rysunek 74**. Celowo zaznaczyłem ci dodatkowe wyjście z nóżki oznaczonej R (nóżka 2). Przebieg na tej nóżce ma przeciwną fazę, niż przebieg na wyjściu OSC. Zauważ, że w przypadku generatora astabilnego uzyskasz jakby licznik zliczający do 4, a na wspomnianych wyjściach otrzymasz cztery związane z sobą przebiegi, które łatwo zdekodujesz za pomocą jakichkolwiek dwuwejściowych bramek. Jeśli nie załapałeś o co tu chodzi, nie przejmuj się – to rzeczywiście jest wskazówka dla konstruktorów trochę bardziej zaawansowanych. W każdym razie wspomniana właściwość przynajmniej mnie już parę razy się przydała.

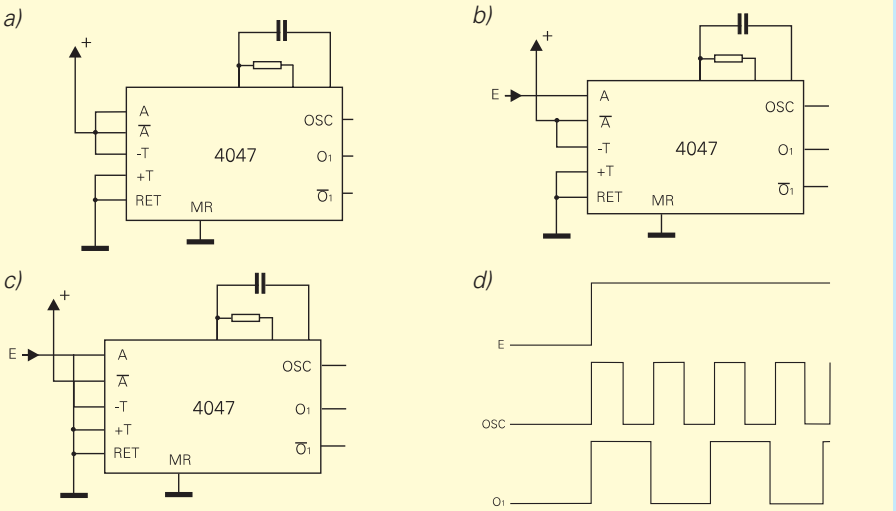
Ty na pewno musisz wiedzieć, że przebieg na wyjściu OSC nie musi mieć, i zwykle nie ma, współczynnika wypełnienia równego 50%. Jak wiesz, praktycznie wszystkie generatory RC z bramkami nie dają przebiegu o wypełnieniu dokładnie 50% – jest to wspólna cecha wszystkich prostych generatorów. A przebieg o wypełnieniu dokładnie 50% jest potrzebny na przykład do sterowania wyświetlacza ciekłokrystalicznego (LCD). Taki symetryczny przebieg otrzymasz w każdym układzie z licznikiem, a więc także na wyjściach licznika kostek 4060 i 4541. Dzięki zastosowaniu dzielnika przez 2, przebieg o współczynniku wypełnienia dokładnie równym 50% występuje również na wyjściach Q i Q\ (nóżki 10, 11) układu 4047. Ta informacja może ci się kiedyś przyda.

Ty jednak najprawdopodobniej będziesz stosował układ 4047 w typowych zastosowaniach.

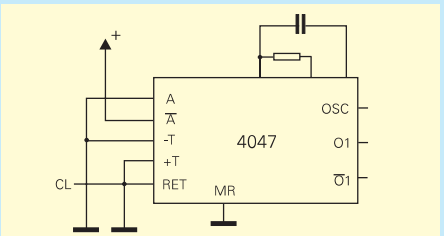
Nie podaję ci szczegółowego schematu blokowego tej kostki, bo na pewno byś się załamał i nabrał do niej nieprzezwyciężonego wstrętu. Kostka ta, jak zauważyłeś, ma przerażająco dużo wejść sterujących (oznaczonych A, A\, -T, +T, RET i MR). Wcale nie musisz rozumieć ich działania – jeśli chcesz, zajrzyj do katalogu. Na pewno wiesz, do czego służy



Rys. 76. Układy monostabilne



Rys. 75. Generatory astabilne



Rys. 77. Układ monostabilny z przedłużaniem impulsu wyjściowego

wejście MR: podanie tam stanu wysokiego zeruje wszystkie obwody wewnętrzne. Ale w sumie wykorzystanie układu 4047 jest bardzo proste i naprawdę nie ma z nim kłopotów. Wykorzystaj rysunki 75...77, pokazujące sposoby sterowania kostki w obu trybach pracy. Znów, jak widzisz, cała rzecz się sprowadza do właściwego połączenia wejść sterujących z masą i plusem zasilania. Nic trudnego!

Rysunek 76 pokazuje najpopularniejsze sposoby wykorzystania układu 4047 w trybie monostabilnym, czyli do wytwarzania pojedynczego impulsu. Pamiętaj, że układ wyzwalany jest zboczem (czyli zbocze to rozpoczyna cykl pracy), a impuls na wyjściach Q i Q\ trwa zawsze tylko przez czas

$$T = 2{,}48 \times R \times C$$

Uważaj teraz! Impuls wyjściowy ma taką długość nawet wtedy, gdy impuls wyzwalający jest dłuższy, niż czas T. To jest dość istotna sprawa praktyczna. Pamiętaj o tym! Inaczej mówiąc, w układach pokazanych na rysunku 76 zmiany stanów na wejściu wyzwalającym w czasie generowania impulsu nie mają żadnego wpływu na pracę oscylatora. Czasem jest to zaletą – można powiedzieć, że w czasie generowania impulsu układ jest całkowicie zajęty sobą i nie reaguje na żadne sygnały z zewnątrz.

Niekiedy potrzebny jest układ monostabilny, w którym kolejne impulsy wyzwalające będą przedłużać impuls wyjściowy. Do takiego ponawianego wyzwalania wykorzystuje się wejście RET(rigger).

Na rysunku 77 możesz zobaczyć stosowny układ połączeń oraz przebiegi czasowe. Nie jest to chyba dla ciebie żadna nowość, bo w poprzednich odcinkach pokazywałem ci, jak to samo można zrobić z użyciem zwykłych bramek. Przewaga kostki 4047 nad bramkami polega tylko na jej większej stabilności napięciowej i temperaturowej.

W mniej dokładnych zastosowaniach używaj raczej omówionych wcześniej rozwiązań z bramkami, a nie kostki 4047.

Teraz przechodzimy do układu 4046.

Piotr Górecki

4046

Kostka CMOS 4046 jest układem pętli synchronizacji fazowej – Phase Locked Loop, w skrócie PLL. O pętli synchronizacji fazowej kiedyś opowiem ci szczegółowo, a dziś powinieneś dowiedzieć się, że tak strasznie nazwany układ, ma na pokładzie bardzo przydatny dla ciebie generator – generator przestrajany napięciem, czyli VCO.

Na rysunku 78 znajdziesz blokowy schemat wewnętrzny i układ wyprowadzeń kostki 4046. Czerwonym kolorem wykreśliłem niektóre, niepotrzebne ci wyprowadzenia oraz blok jednego detektora fazowego, którego działanie jest dość skomplikowane, i na pewno na razie nie będziesz go wykorzystywał. Nie musisz nawet wiedzieć, co to jest detektor fazy. Ale wiedz, że spośród dwóch detektorów fazy mających wspólne wejścia, jeden jest najzwyczajniejszą w świecie bramką EX-OR. Bramkę tę możesz śmiało wykorzystywać według upodobania. Podobnie, być może zechcesz wykorzystać wbudowaną diodę Zenera o napięciu 7V±0,3V.

Ale wracajmy do naszego generatora sterowanego napięciem, czyli VCO.

Znów nie musisz wszystkiego do końca rozumieć. Wspomnę ci tylko, że generator pracuje tu zupełnie inaczej, niż w dotychczas poznanych układach. Jego częstotliwość wyznaczona jest wartością kondensatora C, dwóch rezystorów: R1 i R2, oraz oczywiście wartością napięcia na wejściu sterującym VCOin. Przebieg wyjściowy występuje na końcówce VCOout, czyli na nóżce 4.

Może wyda ci się to skomplikowane – w istocie wcale tak nie jest.

Uważaj! przy napięciu na wejściu VCOin równym zero (potencjał masy) częstotliwość jest minimalna. Gdy napięcie końcówki VCOin jest równe napięciu zasilania, częstotliwość jest maksymalna – proste, prawda?

Teraz o tych częstotliwościach. Sam miałem z tym kłopoty, a to dlatego, że autorzy niektórych polskich publikacji na temat tej kostki źle przepisali z katalogu jeden wzór, i potem ten błąd pokutował przez długi czas w kolejnych opisach.

Tymczasem sprawa jest prosta – najogólniej rzecz biorąc, jeden rezystor służy do ustalenia częstotliwości minimalnej (R2), drugi – częstotliwości maksymalnej (R1).

Co ciekawe, rezystor R2 może mieć wartość nieskończenie wielką, czyli... po prostu może go nie być i nóżka 12 pozostanie niepodłączona. Jaka będzie wtedy częstotliwość minimalna? Rusz głową!

Oczywiście będzie równa zeru!

W takiej sytuacji rezystor R1 wyznaczy częstotliwość maksymalną (osiąganą przez podanie napięcia zasilania na nóżkę 9).

Częstotliwość będzie się więc liniowo zmieniać wraz ze zmianą napięcia końcówki VCOin, jak pokazuje to rysunek 79a. Zauważ, że przy napięciach bliskich masy i plusa występuje pewna strefa martwa – częstotliwość pozostaje stała, ale w praktyce nie ma to większego znaczenia.

Często potrzebny będzie ci generator, którego częstotliwość można zmieniać w pewnym zakresie, powiedzmy od częstotliwości fmin do fmax, ale nie od zera. Wtedy przebieg zmian częstotliwości w zależności od zmian napięcia będzie wyglądał jak na rysunku 78b.

Jak to osiągnąć?

Naturalnie przez zastosowanie zarówno rezystora R2, jak i R1.

Ich dobór jest w sumie bardzo prosty. Przypuśćmy, że chcesz zrobić przestrajany generator do syreny alarmowej z przetwornikiem piezo i chcesz uzyskać zakres przestrajania od 2,5kHz do 5kHz.

Najpierw wstępnie określ wartości R2 i C. Pomocą będzie prosty wzór zaczerpnięty z katalogu:

$$f\min = \frac{1}{R2(C + 32pF)}$$

Te 32pF to pojemność własna generatora, i przy częstotliwościach poniżej 100...200kHz spokojnie możesz ją pominąć. Po pominięciu tego składnika i przekształceniu uzyskasz:

$$C = \frac{1}{R2f\min}$$

Ale wartości R2 jeszcze nie znasz. Nie szkodzi! Przyjmij jakąś wstępną wartość w zakresie 20kΩ...1MΩ. Niech to będzie na przykład 100kΩ.

Teraz oblicz C. W tym przypadku:

$$C = \frac{1}{100k\Omega \times 2{,}5kHz} = \frac{1}{250000000} = \frac{1}{2{,}5 \times 108} = 4n$$

Takiej pojemności nie ma w szeregu, więc zastosujesz albo 3,3nF, albo 4,7nF, nie gra to żadnej roli. Pamiętaj, że musi to być kondensator stały, nie elektrolityczny.

Dopiero teraz dobierz dokładniej wartość R2, aby ustalić częstotliwość minimalną. Nie radzę ci jednak korzystać z podanych właśnie wzorów, bo rozrzuty parametrów poszczególnych kostek są duże i rzeczywiście potrzebna wartość może różnić się od wyliczonej ze wzoru nawet 3-, czy 4-krotnie. Dlatego odpuść to sobie i po prostu w układzie praktycznie ustaw potrzebną częstotliwość minimalną (2,5kHz), dobierając wartość R2 i mierząc częstotliwość przyrządem, w ostateczności „na ucho" (nie zapomnij podłączyć wejścia VCOin do masy).

Podobnie raczej psu na budę zda się drugi wzór (właśnie ten wzór został kiedyś źle przepisany z katalogu):

$$f\max = \frac{1}{R1(C + 32pF) + f\min}$$

Wzór ten nie jest bezużyteczny, bo pokazuje, że wartość rezystancji R1 określa po prostu zakres zmian częstotliwości.

Po przekształceniu i pominięciu niewielkiej pojemności własnej otrzymasz:

$$f = f\max - f\min = \frac{1}{R1C}$$

Jeśli zechciałbyś się zastanowić nad wnioskami wynikającymi z tego wzoru, przekonasz się, że wartość R1 może być zarówno większa, jak i mniejsza od R2 – zależeć to będzie od potrzebnego zakresu zmian częstotliwości.

W praktyce ze względu na wspomniane rozrzuty, dokładną wartość R1 i tak będziesz musiał dobrać eksperymentalnie, mierząc częstotliwość przyrządem, lub „na ucho" (tym razem nie zapomnij dołączyć wejścia VCOin do plusa zasilania).

Jeśli ostatnie rozważania nie są dla ciebie do końca jasne, spróbuj zrealizować w praktyce procedurę doboru elementów, a przekonasz się, że nie ma tu nic trudnego.

Na rysunku 80 znajdziesz typowy układ aplikacyjny generatora przestrajanego napięciem – jak widzisz, nie ma tu nic trudnego. Wejście INH (nóżka 5) może pełnić rolę wejścia bramkującego (INH=L – praca; INH=H – generator zatrzymany).

Wyprowadzeń nr 1, 10, 13 nie podłączaj. Jeśli nie wykorzystasz bramki EX-OR, wejścia 3 i 14 możesz dołączyć do masy albo plusa zasilania, jak ci wygodniej. Diodę Zenera z końcówki 15 możesz wykorzystać do stabilizacji napięcia zasilającego, o ile nie stosujesz stabilizowanego zasilacza, tylko zasilasz układ z baterii.

Na koniec jeszcze kilka informacji, które mogą ci się przydać.

– Generowany przebieg ma, z dość dużą dokładnością, wypełnienie równe 50%. Na końcówkach 6 i 7 występuje przebieg zmienny, ale niestety nie jest to przebieg trójkątny – jest to taka „połamana piła", która raczej do niczego się nie przydaje.
– Rezystancja wejścia VCOin jest większa niż 150MΩ, czyli można uważać, że jest to typowe wejście CMOS, wcale nie pobierające prądu.
– Liniowość przetwarzania napięcia na częstotliwość wynosi typowo około 1%, co umożliwia stosowanie układu w mniej dokładnych urządzeniach pomiarowych. Przydatność tę ograniczają jednak zarówno zauważalny wpływ zmian napięcia zasilania na częstotliwość, jak również cieplny współczynnik częstotliwości, wynoszący 0,015...0,012%/ C (współczynnik ten jest lepszy przy wyższym napięciu zasilania).

Pamiętaj, że przy braku rezystora R2 (nóżka 12 niepodłączona), uzyskuje się generator o częstotliwości liniowo zależnej od napięcia podanego na wejście VCOin. Często potrzebne są generatory przestrajane, o logarytmicznej zależności częstotliwości wyjściowej od napięcia sterującego. Wykonanie tak przestrajanego generatora z kostką 4046 jest trudne, bo trzeba dodać na wejściu VCOin układ logarytmujący. Do układów przestrajanych „logarytmicznie" stosuje się raczej generatory sterowane prądowo, a nie napięciowo. Dlatego kostka 4046 nie jest tu godnym polecenia rozwiązaniem.

– Najwyższa możliwa do uzyskania wartość częstotliwości fmax. zależy od wartości napięcia zasilającego, i wynosi 500kHz...2MHz, zależnie od napięcia zasilającego (5...18V). Dla większych częstotliwości należy stosować inne kostki VCO – dziś dostępnych jest sporo kostek VCO pracujących przy częstotliwościach dziesiątek i setek megaherców – ten temat wykracza jednak zdecydowanie poza ramy tego cyklu.

Zachęcam cię do praktycznych eksperymentów z kostką 4046 – na pewno ją polubisz!

Na zakończenie materiału o generatorach podam ci jeszcze z obowiązku krótkie informacje o kilku przerzutnikach monostabilnych.

4098, 4528, 4538

Wszystkie trzy układy CMOS 4098, 4528, 4538 mają dokładnie taki sam rozkład wyprowadzeń i takie same funkcje. Różnią się budową wewnętrzną, co nas zupełnie nie obchodzi – to już jest sprawa producentów. Układ 4538 w katalogu określony jest jako precyzyjny, należy więc oczekiwać, że ma dużą stabilność czasu impulsu w funkcji temperatury i napięcia zasilającego (oczywiście w precyzyjnych zastosowaniach trzeba też uwzględnić stabilność zewnętrznych elementów RC).

Każda z wymienionych kostek zawiera dwa identyczne układy generatora monostabilnego, wytwarzającego po pobudzeniu jeden impuls o długości wyznaczonej przez zewnętrzne elementy RC. Tym razem kondensator C może być elektrolityczny – w stanie spoczynku cały czas pozostaje pod napięciem

Uproszczony schemat blokowy i układ wyprowadzeń znajdziesz na rysunku 81. Natomiast rysunek 82 pokazuje przykłady zastosowania.

Czas impulsu wynosi mniej więcej.

$$T = 0{,}7\ R\ C$$

a jego rozrzuty mogą sięgać kilkudziesięciu procent. Dlatego do dokładnych zastosowań trzeba dobrać rezystancję drogą eksperymentu.

Jak powiedziałem, podaję ci te informacje z obowiązku, bo nigdy nie stosowałem tych kostek – zawsze obwody opóźnienia czy uniwibratory realizowałem innymi sposobami.

Podsumowanie

Podałem ci sporo informacji o kilku interesujących kostkach. Polecam twojej uwadze szczególnie układy 4541 i 4046, bo mają ciekawe właściwości, a jak na razie są niezbyt popularne wśród Czytelników EdW (przynajmniej tych, którzy biorą udział w Szkole Konstruktorów).

Jak zawsze zachęcam do eksperymentów i praktycznych prób zastosowania opisanych układów.

Piotr Górecki

x+12 Praca układu monostabilnego przy różnych przebiegach na wejściu MR (kopiować j.w.

x+13 Wyzwalanie układu 4541 narastającym zboczem przebiegu

x+18 Układ 4046

x+19 Charakterystyki przestrajania generatora 4046 (kopiować Zeszyt Bointe str. 45 rys 4

x+20 Typowy przykład realizacji generatora przestrajanego napięciem

x+21 Układy 4098, 4528 i 4538 (kopiować EP1/94 str. 23 rys 47

x+22 Przykłady wykorzystania uniwibratorów 4098, 4528 i 4538 (kopiować EP1/94 str. 23 rys 47

Oscyloskop – najważniejszy przyrząd pomiarowy w pracowni elektronika

CZĘŚĆ 8

Pomiary

W poprzednich odcinkach cyklu omówiono główne grupy oscyloskopów i ich możliwości pomiarowe. Parametry oscyloskopu, w szczególności szerokie pasmo przenoszenia to jednak nie wszystko.

Udowodni to niniejszy odcinek, poświęcony bardzo ważnym zagadnieniom praktycznym.

Każdy elektronik dokonujący pomiarów jakimkolwiek przyrządem powinien sobie zadać dwa podstawowe pytania:

1. Czy dołączenie przyrządu pomiarowego nie wpływa na pracę i parametry badanego układu?
2. Czy przyrząd dokładnie pokazuje mierzone wielkości, czy może „po drodze" do sygnału badanego przenikają zakłócenia, fałszujące wynik.

Pytania te są jak najbardziej na miejscu w przypadku pomiarów dokonywanych przy użyciu oscyloskopu.

Omówimy to bliżej.

Wpływ oscyloskopu na pracę badanego układu

Początkujący elektronik zwykle bagatelizuje sprawę wpływu dołączenia oscyloskopu na pracę badanego układu. Wie przecież, że rezystancja wejściowa każdego oscyloskopu wynosi aż 1 megaom. 1 megaom to rzeczywiście bardzo duża rezystancja, a więc wpływ jej dołączenia powinien być znikomy, prawie niezauważalny. Przecież rezystancje, z jakimi zwykle mamy do czynienia w układach są rzędu omów, ewentualnie kiloomów...

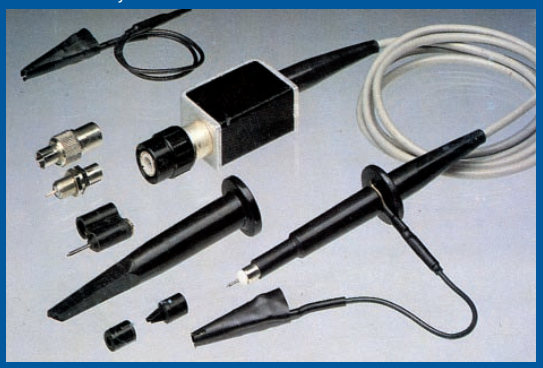
To wszystko prawda, ale tylko w odniesieniu do prądu stałego i małych częstotliwości, nie większych niż kilkadziesiąt kiloherców.

Przy większych częstotliwościach oscyloskop ma oporność znacznie mniejszą niż 1MΩ!

Dlaczego?

Po pierwsze nie wolno zapominać o pojemności wejściowej samego oscyloskopu. Wynosi ona 20...50pF w tanich oscyloskopach, i 6...30pF w dobrych oscyloskopach profesjonalnych.

Fot. 1. Krajowa sonda 1:10



Po drugie trzeba pamiętać, że do tego dochodzi jeszcze pojemność kabla pomiarowego. Przewód ekranowany (lub koncentryczny) o długości 1m może mieć pojemność dochodzącą do 100pF.

Wraz z pojemnością wejściową oscyloskopu daje to, powiedzmy, 140pF.

Dołączając kabel oscyloskopu do jakiegoś punktu, dołączamy więc między ten punkt a masę pojemność 140pF.

Czy to może coś zmienić w układzie?

Obliczmy, jaką oporność (reaktancję) będzie mieć taka pojemność przy częstotliwości powiedzmy 15MHz:

$$Xc = \frac{1}{2\pi fC}$$

podstawiamy:

$$Xc = \frac{1}{2*3{,}14*15\text{MHz}*140\text{pF}} = 75{,}8\Omega$$

Tylko 75 omów ?!

I jak to się ma do rezystancji wejściowej 1MΩ, podanej w danych katalogowych?

Wyobraźmy sobie jeszcze, co się stanie, gdy oscyloskopem z takim kablem spróbujemy zmierzyć przebiegi w obwodzie rezonansowym generatora LC o częstotliwości, powiedzmy, 15MHz. Tam pojemności w układzie są rzędu kilkudziesięciu pikofaradów. Najprawdopodobniej po dołączeniu oscyloskopu generator przestanie pracować. Natkniemy się na paradoksalną sytuację – oscyloskop pokaże, że generator nie pracuje, jednak po odłączeniu oscyloskopu układ, którego częścią jest ten generator, może dawać „oznaki życia".

Nieświadomy elektronik dołączy oscyloskop na stałe i będzie próbował ustalić, który element jest przyczyną milczenia generatora. Wymieni wszystkie elementy i zniechęci się zupełnie. Nabierze przekonania, że to schemat jest zły, a winę za niepowodzenie ponosi konstruktor układu, czy autor książki, z której pochodzi schemat.

Być może generator jednak zadziała. Wtedy jednak pojemność oscyloskopu i kabla niewątpliwie zmieni częstotliwość drgań (w stopniu zależnym od tego, w którym punkcie układu został dołączony oscyloskop). Próba nastrojenia takiego generatora przy użyciu oscyloskopu nie da więc zadowalającego rezultatu.

To jest bardzo jaskrawy i skrajny przykład. Ma on pokazać, że bezkrytyczne podejście do pomiarów może dać błędne wyniki, a nawet zniechęcić do uprawiania elektroniki.

Elektronik rozumiejący problem znajdzie sposób na pomiar takiego generatora – nie będzie mierzył przebiegu na obwodzie rezonansowym, tylko gdzieś dalej, na kolejnym stopniu wzmocnienia. W razie potrzeby dołączy prosty wtórnik z tranzys-

torem FET, albo znajdzie jeszcze inną metodę przeprowadzenia w miarę dokładnego pomiaru.

W każdym razie trzeba mieć świadomość, że dołączenie przyrządu pomiarowego zawsze coś zmienia w badanym układzie.

Dobry elektronik powinien zdawać sobie sprawę, na ile może to zmienić wyniki pomiaru i zaburzyć pracę układu.

Przykład z generatorem w.cz. może niektórych wręcz przeraził. Oporność wejściowa równa 75Ω, zamiast spodziewanej 1000000Ω to rzeczywiście spora niespodzianka.

Ale, żeby nie demonizować, policzmy oporność (reaktancję) naszego oscyloskopu ze wspomnianym kablem, dla częstotliwości 20kHz, czyli dla górnej częstotliwości pasma akustycznego.

$$Xc = \frac{1}{2*3{,}14*20kHz*140pF} = 56{,}84k\Omega$$

To wprawdzie też nie jest zachwycający wynik, ale oporność 56 kiloomów nie stanowi już takiego zagrożenia dla układu małej częstotliwości.

Z pewnością możemy mierzyć przy użyciu zwykłego kabla przebiegi na wyjściach wzmacniacza czy nawet przedwzmacniacza. Ale niewątpliwie należy zachować ostrożność przy dołączaniu oscyloskopu do obwodów małej częstotliwości, gdzie występują rezystancje o porównywalnej lub większej wartości.

Z tego widać, że nawet w układach m.cz. należy uwzględniać obciążenie wnoszone przez oscyloskop.

Czy jest jakieś wyjście i możliwość poprawy sytuacji?

Jest, i to nie jedno!

Przy dotychczasowych obliczeniach przyjęliśmy skrajnie niekorzystne warunki. Nawet gdy oscyloskop ma pojemność wejściową równą 40pF, możemy zastosować krótki kabel (10...20cm) i wypadkowa pojemność nie przekroczy 60pF.

Da to ponad dwukrotne zwiększenie szkodliwej oporności (impedancji) obciążenia, czyli znaczne zmniejszenie wpływu dołączenia oscyloskopu.

Rozważaniami dotyczącymi rodzaju stosowanego kabla zajmiemy się później.

Z tego, co zostało powiedziane, wynika wniosek, że w większości układów małej częstotliwości można przeprowadzać pomiary oscyloskopowe przy użyciu możliwie krótkiego kabla pomiarowego.

Czy jednak można jeszcze bardziej zmniejszyć wpływ szkodliwego obciążenia wprowadzanego przez oscyloskop? Przecież barierą jest tu pojemność samego oscyloskopu – nawet z króciutkim kablem nie uda się jej zmniejszyć poniżej 40pF... Czy oby na pewno?

Część Czytelników będzie zaskoczona, gdy się dowie, że istnieją proste sposoby zmniejszenia pojemności, poniżej pojemności samego oscyloskopu!

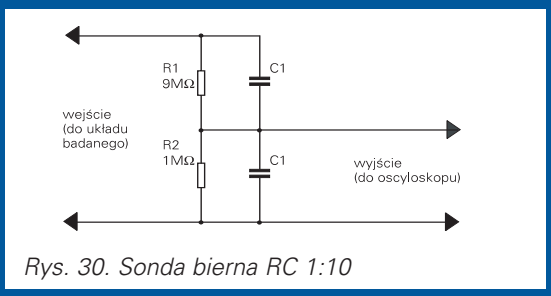
Wystarczy zastosować sondę tłumiącą sygnał.

Fotografie w artykule pokazują różne sondy.

Najpopularniejsze są sondy bierne RC, tłumiące sygnał 10-krotnie. Często takie sondy stanowią standardowe wyposażenie oscyloskopu. W opisie takiej sondy zawsze występuje określenie 1:10. I znów nieświadomi, początkujący elektronicy sądzą, że takie sondy buduje się jedynie po to, by móc mierzyć większe napięcia. To prawda, że sondy 1:10 umożliwiają pomiar wyższych napięć, nawet do kilkuset woltów. Buduje się także sondy o współczynnikach tłumienia 1:100 i 1:1000, które umożliwiają pomiar przebiegów o amplitudach rzędu kilowoltów.

Ale sondy tłumiące sygnał stosuje się przede wszystkim ze względu na zmniejszenie pojemności obciążającej układ.

Podstawowy schemat sondy pokazany jest na rysunku 30. Teoretycznie potrzebne są tylko rezystory dzielnika, jednak wskutek istnienia różnych szkodliwych pojemności montażowych, do wyrównania charakterystyki częstotliwościowej niezbędne są niestety kondensatory. Niestety, bo kondensatory te obniżają oporność wejściową sondy przy większych częstotliwościach.



Rys. 30. Sonda bierna RC 1:10

Nie wchodząc w szczegóły podamy tylko jeden prosty wzór. Jeśli

$$R1C1 = R2C2$$

to dzielnik jest skompensowany częstotliwościowo, czyli jednakowo tłumi sygnały w szerokim pasmie częstotliwości.

Ponieważ rezystancja R1 jest dziewięciokrotnie większa niż R2, więc pojemność C1 będzie dziewięciokrotnie mniejsza niż C2! To oznacza, że w idealnym przypadku za pomocą sondy 1:10 moglibyśmy zmniejszyć pojemność wejściową dziesięciokrotnie, a z pomocą sondy 1:100 – aż stukrotnie!

W praktyce nie udaje się co prawda zmniejszyć pojemności aż tyle razy, jednak efekt jest godny uwagi.

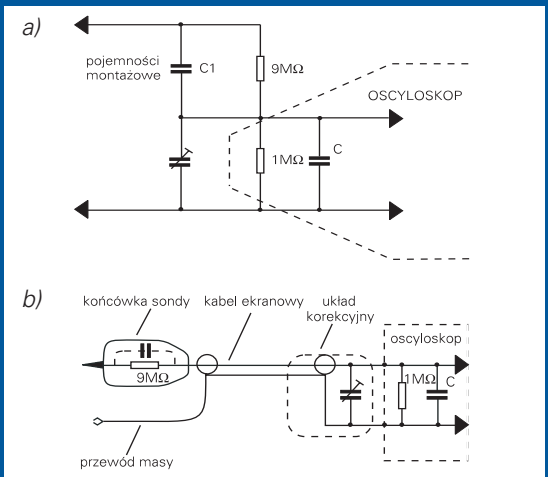
Budowa typowej biernej sondy oscyloskopowej jest nieco odmienna od postaci, pokazanej na rysunku 30.

Rzecz w tym, że sam oscyloskop ma rezystancję 1MΩ i jakąś pojemność – stają się one częścią dzielnika napięcia. Typowy schemat sondy 1:10 współpracującej z oscyloskopem pokazany jest na rysunku 31a i 31b. Jak widać, sonda zawiera w zasadzie tylko rezystor i trymer (kondensator zmienny), a pojemność C1 jest zwykle pojemnością montażową rezystora i obudowy.

Trymer jest potrzebny, by prawidłowo skompensować sondę dołączoną do różnych oscyloskopów, różniących się wartością pojemności wejściowej.

Przy bliższym przeanalizowaniu rysunku 31 okazuje się, że aby sonda była prawidłowo skompensowana dla różnych pozycji przełącznika czułości toru Y w oscyloskopie, pojemność wejściowa oscyloskopu musi być jednakowa we wszystkich położeniach przełącznika czułości. Wszystkie fabryczne oscyloskopy spełniają ten ważny warunek.

Fot. 2. Przełączana sonda 1:1/1:10



Rys. 31. Praktyczny układ sondy 1:10

Jeśli jednak ktoś próbuje samodzielnie zbudować oscyloskop, bardzo rzadko zwraca uwagę na ten „drobiazg" i potem oscyloskop na każdym zakresie ma inną pojemność wejściową i nie nadaje się do współpracy z sondą 1:10.

Ta sprawa jest jeszcze jednym argumentem, przeciwko budowaniu byle jakich oscyloskopów we własnym zakresie.

Każda sonda bierna 1:10, 1:100 i 1:1000 musi być przed pomiarem skalibrowana częstotliwościowo.
Korzystając ze źródła sygnału prostokątnego (1kHz) należy pokręcając wbudowanym w sondę pokrętłem, ustawić na oscyloskopie obraz jak najbardziej zbliżony do prostokątnego (zobacz „Oscyloskop.." w EdW 3/97 str. 34).

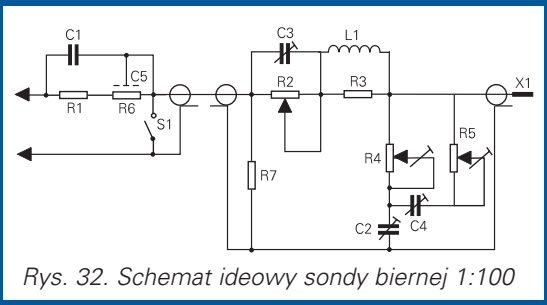
Ściśle biorąc, przy zakupie drogich sond dobrych firm należy zwrócić uwagę, dla jakich pojemności wejściowych oscyloskopu sonda może być skompensowana. Przykładowo sondy Hewlett Packard 1:10 mogą pracować z oscyloskopami o pojemności (tylko) 6...22pF, bo przeznaczone są do oscyloskopów tejże firmy, mających tak małą pojemność wejściową. Oczywiście przy małej pojemności oscyloskopu uzyskuje się także małą pojemność wejściową sondy, wynoszącą kilka pikofaradów.

Typowe sondy 1:10, jakie można powszechnie kupić na rynku, nadają się do oscyloskopów o większych pojemnościach (do 40...50pF), jednak uzyskana wartość pojemności wejściowej sondy wynosi nie kilka, ale od kilkunastu do 20 pikofaradów.

Stosując typową sondę 1:10 można więc zmniejszyć pojemność obciążającą badany układ 2...3-krotnie.

Natomiast zastosowanie sondy 1:100 dobrej firmy pozwoli zmniejszyć szkodliwą pojemność obciążającą układ badany do 2...3pF, czyli nawet ponad dziesięciokrotnie.

Fot. 3. Sonda 1:100



Rys. 32. Schemat ideowy sondy biernej 1:100

Dość popularne ostatnio są sondy z przełącznikiem o tłumieniu 1:1 i 1:10. Jest to pożyteczne rozwiązanie, ale zgodnie z podanymi właśnie informacjami, w miarę możliwości należy stale pracować przy tłumieniu 1:10, bo sonda ma wtedy rezystancję (dla prądu stałego) równą 10MΩ i pojemność nie większą niż 20pF. Natomiast w pozycji 1:1 zwierany jest po prostu rezystor (9MΩ), a pojemność wejściowa sondy wzrasta wtedy do 130...160pF! A więc sondę w pozycji 1:1 należy stosować tylko w razie konieczności badania małych sygnałów, o amplitudach rzędu pojedynczych miliwoltów, w punktach układu, gdzie oporność wewnętrzna jest niewielka.

Budowa dobrej sondy 1:10 lub 1:100, przenoszącej równomiernie sygnały o częstotliwościach do setek megaherców wcale nie jest łatwa. Dlatego w opisie takich sond zwykle znajduje się informacja, przy jakich największych częstotliwościach może pracować dana sonda bez obawy wprowadzenia znacznego błędu. Na rysunku 32 można znaleźć schemat wewnętrzny sondy 1:100 pokazanej na fotografii na tej stronie. Oczywiście nie można skopiować takiej sondy w warunkach domowych, stosując jakiekolwiek elementy – nie tylko podzespoły muszą mieć ściśle określone parametry, ale i szczegóły konstrukcji mechanicznej mają tu duże znaczenie. W każdym razie sonda PM8932 o schemacie z rysunku 32 może pracować przy napięciach do 5,6kV, a jej pasmo przenoszenia sięga kilkuset MHz.

Choć dla wielu amatorów sprawa pomiarów przebiegów o częstotliwościach setek megaherców jest nieaktualna, znaczna część Czytelników EdW ma w zakładach pracy i na uczelniach dostęp do oscyloskopów o tak szerokim pasmie przenoszenia. Niewątpliwie oscyloskop o pasmie sięgającym setek megaherców na większości elektroników robi spore wrażenie, ale mając na uwadze powyższe rozważania, trzeba pamiętać, że stosowanie do takiego oscyloskopu zwykłego kabla lub sondy 1:1 nie pozwoli uzyskać wyników lepszych, a może nawet gorsze, niż przy zastosowaniu oscyloskopu z pasmem 20MHz i właściwą sondą.

Podsumowanie

Przedstawiony materiał ma przekonać każdego użytkownika oscyloskopu, jak ważna jest, bardzo często lekceważona sprawa „kabelków". Niewłaściwy „kabelek" może nie tylko zaburzyć lub uniemożliwić pracę badanego układu, ale też uniemożliwić wykorzystanie w pełni pasma przenoszenia używanego oscyloskopu.

W następnym odcinku zostaną przedstawione dalsze informacje na ten temat.

(red)

Oscyloskop do Amigi

Miniaturowy przetwornik A/C

Opisywany prosty układ oscyloskopu umożliwia graficzne przedstawienie przebiegów analogowych i cyfrowych. Za pośrednictwem dodatkowych modułów można mierzyć temperaturę, prąd, ciśnienie czy wilgotność.

Charakterystyka: Oprogramowanie umożliwia wyświetlanie wyniku pomiaru na:
– symulowanym wskaźniku cyfrowym,
– symulowanym wskaźniku analogowym,
– wyświetlaczu graficznym.

Przez złącze BNC można przyłączyć proste przystawki:
– do pomiaru temperatury (kit AVT-1107),
– do pomiaru prądu (kit AVT-1098).

Zasilanie +5V/10mA (z portu komputera lub zewnętrznie).

Zakres napięcia wejściowego: 0...+5V.

Rozdzielczość: 8 bitów.

Częstotliwość próbkowania: max 10kHz.

Charakterystyka oprogramowania:
– możliwość otworzenia programu na dowolnym ekranie publicznym lub własnym (wybór w tooltypach ikony),
– instrukcja w formacie AmigaGuide,
– Commodorowski instaler programu na HD.

Wymagania:
Amiga z systemem 2.04+

Witam wszystkich fanów komputerów (byłej) firmy Commodore. Kochani, grudniowa ankieta oznajmia, że EdW czytają tysiące użytkowników komputera Amiga i Commodore 64. Większość listów jest pisane przez drugą grupę. Czyżby Amigowcy nie umieli pisać. A może nie interesuje ich wykorzystanie komputera do poważnej pracy? Chcąc dać szansę Amigowcom, publikuję kolejny artykuł poświęcony ich komputerom. Naturalnie, jeśli Commodorowcy będą zainteresowani, to przygotuję wersję urządzenia (a właściwie oprogramowania) do ich komputera. Duża część listów do „Kącika elektronika Amigowca" dotyczyła rejestracji wielkości nieelektrycznych takich jak: temperatura, ciśnienie czy wilgotność. Dwie (to nie pomyłka w druku) osoby upomniały się o programator epromów i gali. Kochani, to za mało, aby uruchamiać produkcję kitów, jakkolwiek projekt jest już gotowy. I tu znów apel do Amigowców i Commodorowców: Walczcie o swój komputer! W przeciwnym wypadku skończy on jak Amstrad (w zasadzie najlepszy komputer ośmiobitowy może poza C-128). No to po tym przydługim wstępie przejdźmy do sedna sprawy.

W numerze 8/96 „Elektroniki Praktycznej" pojawił się opis prostego przetwornika A/C. Wzbudził on wielkie zainteresowanie, na które wpłynęły:
– stosunkowo niewielka cena,
– małe wymiary,
– prosta konstrukcja.

Aby nie zostać w tyle, zaprojektowałem podobne urządzenie do współpracy z Amigą.

Przetwornik jest zbudowany na układzie ADC0804, zapewniającym przetwarzanie do 10kHz z rozdzielczością 8-bitów. Program sterujący może rejestrować przebiegi lub wyświetlać je na bieżąco. Mamy możliwość zmiany częstotliwości pomiaru, jak i współczynnika przez jaki będzie mnożony wynik. Urządzenie jest zasilane z portu drukarki, ale nic nie stoi na przeszkodzie, aby wykorzystać dodatkowy zasilacz. Przetwornik współpracuje z przystawkami przygotowanymi dla kitu AVT-1085, tzn. miernik prądu (EP 8/96 str. 42), miernik temperatury (EP 11/96 str. 76). W przygotowaniu charakterograf do badania charakterystyki półprzewodników.

Opis układu

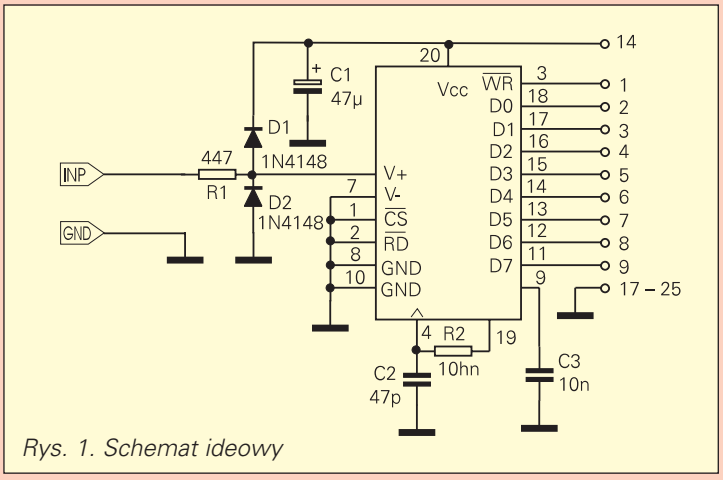
Schemat układu przetwornika, czy też oscyloskopu przedstawiono na rysunku 1. Układ US1 pracuje w typowym układzie aplikacyjnym. Wejście przetwornika jest zabezpieczone elementami R1, D1, D2 przed przekroczeniem dopuszczalnego zakresu napięć wejściowych. C2 i R2 stanowią obwód oscylatora pracującego na częstotliwości 640kHz, optymalnej dla przetwornika ADC0804. C1, C3 zabezpieczają przed skutkami zakłóceń, które mogłyby zfałszować wynik pomiaru. Połączenie wyprowadzeń 11, 12 i 13 złącza DB-25 umożliwia wykrycie przez program obecności interfejsu.

Montaż

Ze względu na niewielką ilość elementów jest bardzo prosty. Montujemy elementy dyskretne, następnie złącze DB-25, lutując je do punktów lutowniczych. Na koniec US1 i złącze BNC dla sygnału wejściowego.

Uruchomienie

Jest jeszcze prostsze niż montaż. Wystarczy przy wyłączonym zasilaniu wsunąć przetwornik do gniazda drukarki.



Rys. 1. Schemat ideowy

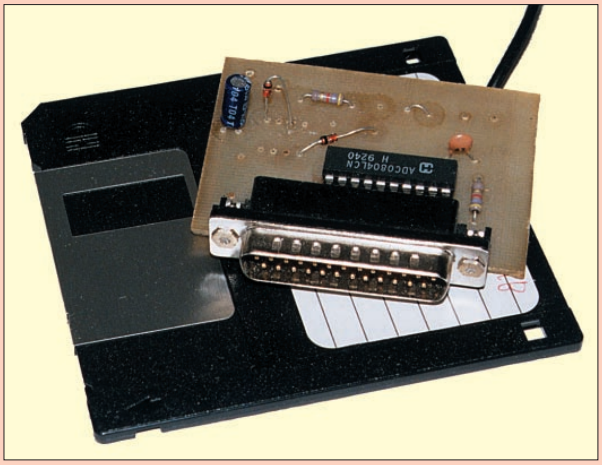
Włączamy zasilanie, do wejścia przetwornika podłączamy generator lub regulowane źródło napięcia od 0 do +5V. Uruchamiamy program „Oscyloskop", ustawiamy podstawę czasu na 2000 i naciskamy gadżet „Start". Na ekranie powinna pojawić się linia na wysokości odpowiadającej napięciu wejściowemu. Równocześnie na wskaźniku analogowym i cyfrowym zostanie wyświetlona zmierzona wartość. Jeżeli urządzenie nie pracuje poprawnie, to przyczyny błędnego działania można szukać w interfejsie lub oprogramowaniu.

Jeśli program pracuje poprawnie, a na ekranie oscyloskopu widać poziomą linię, choć podaje się na wejście układu przebieg zmienny w czasie, to przyczyną może być uszkodzony układ przetwornika, portu lub któregoś z elementów zabezpieczających. Aby sprawdzić stronę sprzętową oscyloskopu należy wczytać dowolny program do samplowania (np. ProTracker) i podać na wejście układu przebieg zmienny w czasie. Jeśli na ekranie analizatora programu samplującego widać przebieg, to stronę sprzętową można uznać za dobrą. UWAGA! Większość programów ustawia częstotliwość samplowania na 17 kHz. Nasz przetwornik nie może pracować tak szybko, dlatego należy tę częstotliwość zmniejszyć do 10 kHz, odpowiada to nucie D#-2 (klawisz D).

Jeśli test wskazuje, że przetwornik pracuje prawidłowo, należy sprawdzić oprogramowanie. W przeciwnym wypadku należy sprawdzić urządzenie. I tak na sam początek sprawdzamy:

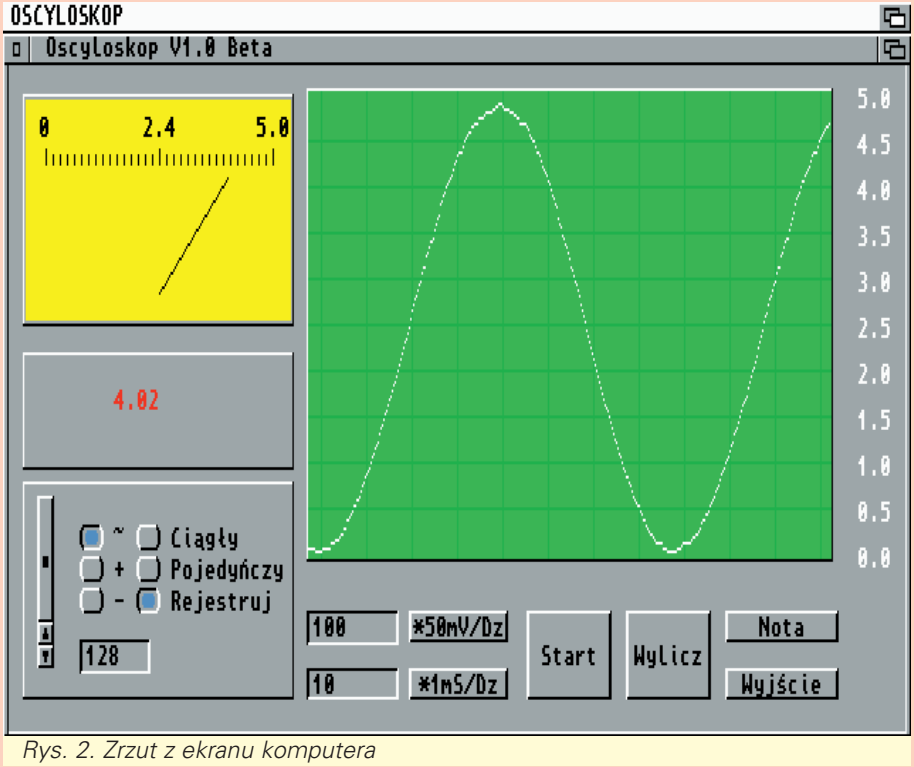
– napięcie zasilające (na nóżce 20 układu napięcie od 4.5 do 5.5V)
– oscylator przetwornika (na nóżce 19 układu powinien pojawić się przebieg prostokątny o częstotliwości od 640 do 1000 kHz),
– elementy zabezpieczające R1, D1, D2 (w szczególności orientację diod).

Złe działanie programu może być spowodowane tzw. nakładkami (np: blankery, newicon, magicmenu, itp.). Jest to najczęstsza przyczyna zawieszania się programu. Autor spotkał się z sytuacją, że program zawieszał się pracując równocześnie z HippoPlayer'em. Ze względu na to, że program (w celu zwiększenia szybkości działania) bardzo często korzysta z bezpośredniego dostępu do sprzętu i wyłączania multitaskingu oraz przerwań, nie zaleca się używania wraz z programem dodatkowych „udziwnień". Drugą przyczyną może być zbyt mała częstotliwość zegara przetwornika ADC0804. Przy ustawieniu podstawy czasu na 2, częstotliwość próbkowania wyniesie 12 kHz. Najprostszym wyjściem z sytuacji jest zmiana podstawy czasu na 2. Należy także pamiętać o tym, że program (przy szybkiej rejestracji) wyłącza multitasking i przerwania. Tak więc wszystkie programy odtwarzające muzykę będą zawieszały swoją pracę.



Dyskietka z programem jest bottowalna. Znajduje się na niej instrukcja w formacie AmigaGuide i instaler programu na twardy dysk. Niestety, muszę zmartwić użytkowników komputerów z systemem starszym niż 2.04. Na ich maszynach program nie uruchomi się (chyba,że znajdą odpowiednie wersje bibliotek). I tu prośba, jeśli znajdzie się osoba, która napisałaby program dla systemu 1.3, to proszę o kontakt.

Sławomir Skrzyński



Rys. 2. Zrzut z ekranu komputera

Od redakcji. W chwili obecnej opisany układ nie jest wdrożony do produkcji jako kit AVT. Wszystkie osoby zainteresowane zakupem zestawu składającego się z płytki drukowanej, elementów wg spisu i dyskietki z programem, proszone są o powiadomienie o tym redakcji. W przypadku odpowiedniej ilości chętnych zestaw taki zostanie wdrożony do produkcji.
Listy do redakcji EdW należy opatrzyć dopiskiem: „Oscyloskop do Amigi".

Mikrokontrolery? To takie proste...

Część 6
Asembler – język maszynowy procesora

W kolejnym odcinku naszego cyklu, którego celem jest poznanie i nauczenie się programowania mikrokontrolerów serii MCS-51, postanowiłem odłożyć na bok pozostałe do omówienia bloki funkcjonalne procesora 8051 (port szeregowy, system przerwań, specjalne tryby pracy), a „wrzucić" Ci, drogi Czytelniku garść informacji pochodzącej trochę z „innej beczki". Chodzi mianowicie o krótkie, aczkolwiek wystarczające zapoznanie się z podstawowymi pojęciami dotyczącymi obsługi tych „wszystkich mądrości", o których od kilku miesięcy uważnie czytasz – czyli o sposób programowania, czyli: „czym?, jak?, i dlaczego?... się ten procesor programuje". Decyzja moja jest po części Waszą, prawdopodobnie przecież większość z Was ma już swój „Komputerek edukacyjny", którego konstrukcja została opisywana w dwóch poprzednich numerach EdW. A skoro wydałeś na to swoje oszczędności, to dobrze by było, nie patrzeć tylko na te „cudeńko" ale je w końcu wypróbować!

Do wspólnego zrealizowania tego zadania niezbędnych jest kilka informacji oraz zrozumienie pojęcia „programowania" układu scalonego – w naszym przypadku mikroprocesora.

Zanim przejdę do wyjaśnienia tych pojęć, pragnę uspokoić wszystkich drobiazgowych Czytelników, że wspomniane pozostałe bloki funkcjonalne procesora omówię w następnych odcinkach naszego cyklu, ale tym razem... uwaga: na gorąco, czyli z wykorzystaniem naszego edukacyjnego układu.

Tym wszystkim, którzy nie zaopatrzyli się w dedykowany temu kursowi, komputerek, radzę o jak najszybsze zmontowanie go, dzięki czemu będziecie, moi drodzy, na bieżąco praktycznie wykonywać wszystkie zadania.

A więc zacznijmy od najważniejszego stwierdzenia: „Mikrokontroler bez programu jest jak żołnierz bez...." wiesz bez czego. I jest to święta racja. Jak sam zdążyłeś się zorientować śledząc poprzednie odcinki kursu, że kostka 8051 zawiera w swojej strukturze całe mnóstwo użytecznych elementów takich jak np. pamięć programu, danych, programowane układy licznikowe, stos, itd. Wszystko fajnie... „tylko jak nad tym wszystkim zapanować?...". Otóż aby odpowiednio wykorzystać zasoby kontrolera i zmusić je do pracy zgodnie z naszym zamysłem i przeznaczeniem konstruowanego układu, potrzebny jest język porozumiewania się z mikroprocesorem. Ten język najczęściej nazywa się językiem maszynowym. Brzmi bardzo poważnie, prawda? Tak na prawdę język ten jest prostym zbiorem poleceń, dzięki którym możliwa jest nie tylko ingerencja we wszystkie wspominanie bloki funkcjonalne procesora, ale także wykonywanie określonych logicznych czynności: sprawdzanie warunków czy operacje arytmetyczno-logiczne. Sam język maszynowy to na pozór nieczytelny dla człowieka ciąg liczb. Aby sprawę uprościć stworzono postać jawną języka maszynowego – asembler. W języku tym kolejne polecenia opisywane są za pomocą słownych instrukcji uzupełnionych odpowiednimi do danej sytuacji argumentami. Tak postać jest akceptowalna przez programistę, dzięki temu program pisze się po prostu w dowolnym edytorze tekstowym (np. na komputerze), następnie dokonuje się zamiany (translacji) tak napisanego programu na wspomniany ciąg liczb – czyli język maszynowy procesora.

Tak jak istnieje na świecie wiele języków porozumiewania się między ludźmi, tak samo w rodzinach różnych mikroprocesorów, często pochodzących od różnych producentów, istnieje wiele języków, wszystkie jednak to języki maszynowe.

Producenci oprogramowania tworzą bardziej zaawansowane tzw. języki „wyższego poziomu", słyszałeś zapewne o takich jak Pascal, C, Basic oraz inne. Tak naprawdę to są to translatory bardziej złożonych poleceń danego języka „wyższego poziomu" na kod maszynowy procesora. Zawsze na samym końcu obróbki programu użytkownika, czy powstał on w takim czy innym języku powstaje i zawsze kod maszynowy, który akceptuje dedykowany mikroprocesor.

W przypadku pisania większości programów na kontrolery 8051 (lub każde inne „jednoukładowce"), szczególnie podczas nauki, każdy początkujący musi poznać jego język maszynowy, czyli asembler. Dzięki temu później, kiedy nauczy się nim biegle posługiwać, będzie mieć duża swobodę i możliwość obiektywnej oceny w wyborze dowolnego innego narzędzia wspomagającego programowanie tego procesora, ale to zupełnie inna historia.

Ogólnie można powiedzieć, że pisanie programu na procesor to po prostu tworzenie kolejnych poleceń, z których w efekcie powstaje cały program. „Tworzenie" to np. pisanie w dowolnym edytorze tekstowym ASCII w przypadku posiadaczy komputerów. Pozostałe osoby nie mające dostępu, mogą taki program napisać chociażby na kartce papieru (aczkolwiek w przypadku większych programów jest to bardzo trudne, czy wręcz niemożliwe).

Polecenie zwykle zawiera się w jednej linii programu. Jego składnia jest zasadniczo określona, z reguły można ją przedstawić jako:

instrukcja <argument_1>, <argument_2>.....(1)

Czasami przed instrukcją występuje także etykieta zakończona znakiem „:" (dwukropka), np. „etyk01:", której zadaniem jest po prostu nazwanie danej linii polecenia. Ilość argumentów w linii polecenia może być różna w zależności od rodzaju instrukcji. W przypadku asemblera procesora 8051 i pochodnych liczba ta waha się od zera w przypadku instrukcji bezargumentowych do trzech. Zasadą jest że poszczególne argumenty oddziela się zawsze znakiem „,": (przecinka), natomiast instrukcja oddzielona jest od pierwszego argumentu spacją (odstępem) lub znakiem tabulacji (to informacja dla komputerowców).

Podajmy przykład polecenia dla procesora 8051 w którym procesor wykonuje dodawanie zawartości dwóch jego rejestrów:

ADD A, B (2)

W poleceniu tym wystąpiły:

– instrukcja: „ADD"
– argumenty: A – rejestr A (akumulator) oraz rejestr B

W nazewnictwie asemblerowym pierwszą część polecenia, czyli instrukcję (np. ADD) nazywa się „mnemonikiem", toteż od tego momentu będziemy posługiwać się tym zwrotem. Aby otrzymać wynik dodawania należy dodać do siebie dwa argumenty. Pierwszy argument (jakaś liczba) znajduje się w akumulatorze procesora 8051, druga zaś w tym przypadku w rejestrze B. W wyniku wykonania przytoczonego polecenia procesor doda do zawartości rejestru A wartość z rejestru B, a wynik umieści w rej. A (akumulatorze). Powiedzmy że chcemy dodać dwie liczby: 25 + 43. W tym celu musimy wpisać te wartość (składniki dodawania) do rejestrów procesora a potem jej dodać poleceniem (2). Można to zrobić w sposób następujący:

MOV A, #25 (3)
MOV B, #43 (4)
ADD A, B (5)

W liniach 3 i 4 rozkazaliśmy procesorowi wpisanie składników odpowiednio do rejestrów A i B, działanie polecenia w linii (5) jest Ci już znane.

Osoby znające asembler i możliwości 8051 pewnie się trochę zaśmieją z przykładu (3)...(5), bowiem dodawanie 2 stałych da się zapisać krócej w dwóch liniach, lecz nie o to nam chodzi, przynajmniej na tym etapie kursu.

Mnemonik „MOV" ma wiele zastosowań w języku procesorów '51, na język polski można ją przetłumaczyć jako „przemieszczenie" (przesunięcie) czegoś gdzieś. Czego i gdzie to zależy od kontekstu, czyli od rodzaju argumentów, ale o tym za chwilę. Linia (3) oznacza dosłownie w tłumaczeniu na jęz. polski: „wpisz do akumulatora liczbę 25", linia (4) – wpisz do rejestru B liczbę 43, linia (5) – dodaj do akumulatora zawartość rejestru B. W efekcie wykonania tych 3 poleceń w akumulatorze będzie wynik dodawania, czyli liczba 68 (binarnie będzie to 01000100). Jeżeli teraz każesz procesorowi wykonać np. polecenie

MOV P1, A (6)

spowoduje to że liczba 68 pojawi się na końcówkach portu P1 procesora, oczywiście w postaci binarnej. Aby to sprawdzić naocznie wystarczy dołączyć do każdej z 8-miu jego końcówek (piny 1...8 '8051/2) diodę świecącą z rezystorem, z pewnością zapalone zostaną diody dołączone do końcówek: 3 i 7 (na tych pozycjach liczby 68 w postaci binarnej jest „1". Procesor po prostu w wyniku podania polecenia (6) wpisał zawartość akumulatora do rejestru portu P1.

No ale na razie wystarczy przykładów, wyjaśnimy sobie teraz, jak fizycznie procesor akceptuje instrukcje, no bo przecież „nie zje" od razu ciągu liter układających się w napis chociażby z przykładu (6). Otóż asembler procesora 8051 posiada określoną liczbę mnemoników oraz określone rodzaje argumentów.

Jeżeli jesteś ciekawy to powiem Ci że mnemoników jest nie tak wiele bo 42. W przyszłości będziesz musiał je poznać i zapamiętać, ale nie przejmuj się, nie jest to dużo, przy okazji praktycznego programowania same wpadną ci do głowy – i już zostaną...na zawsze.

Jeżeli chodzi o argumenty to wyróżnia się kilka ich rodzajów, nie będę teraz szczegółowo wyliczał ich wszystkich, pierwszy ich rodzaj – argument bezpośredni, poznałeś w przykładzie dodawania dwóch rejestrów – liczby: #25 i #43.

W zależności od rodzaju argumentów jakie występują po mnemoniku, różne jest działanie całego polecenia – instrukcji. W architekturze procesorów 8051 konstruktorzy wyróżnili 255 takich sytuacji i ponumerowali je od 0 do 255 (FFh szesnastkowo).

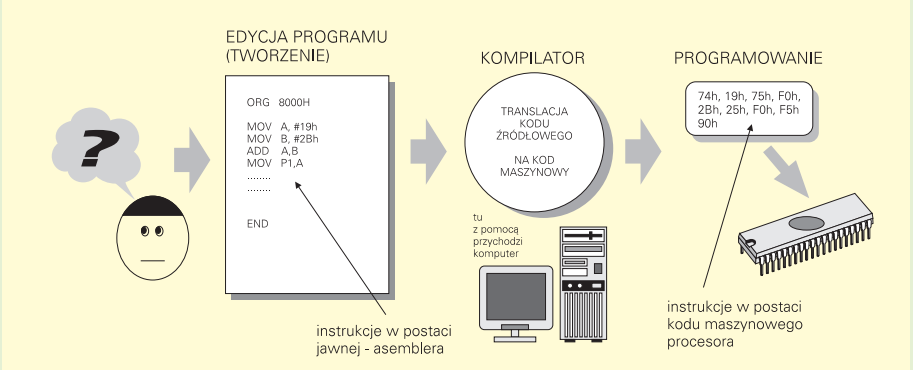
Tak powstało 255 instrukcji procesora (nie 256 bo jeden numer nie jest wykorzystany).

I jak się pewnie niedługo przekonasz z punktu widzenia programisty – użytkownika liczba ta jest mniejsza, to jednak należy zapamiętać ten fakt.

Jeżeli zatem cały zbiór instrukcji procesora daje się przedstawić jako liczba wraz z towarzyszącymi jej ewentualnie argumentami, z których każdy także daje się przetłumaczyć na liczbę, w efekcie można wywnioskować, że cały program pisany przez użytkownika w postaci źródłowej (literowej) można przetłumaczyć na ciąg liczb. Mało tego, wszystkie te liczby mogą zawierać się jedynie w 8 bitach, co idealnie pasuje architektury naszego procesora – jest on przecież prawdziwym ośmiobitowcem. Zamieniony do takiej postaci Twój program wystarczy teraz śmiało wpisać do poszczególnych komórek pamięci EPROM bądź samego procesora (gdy ten pracuje w trybie z wewnętrzną pamięcią programu – np.87C51) lub do kostki EPROM z której później procesor będzie pobierał instrukcje.

Operację programowania pamięci EPROM przyprowadza się oczywiście za pomocą specjalizowanych narzędzi do programowania procesorów – tzw. programatorów. Na pocieszenie powiem Ci że w ofercie handlowej AVT pod nazwą AVT-320 znajduje się taki programator idealnie nadający się do programowania wszystkich dostępnych na rynku kostek serii MCS-51. W przyszłości, kiedy nabędziesz już umiejętności swobodnego „surfowania" (to ostatnio bardzo popularne słowo) wśród rodziny '51-nek, z pewnością takie narzędzie Ci się przyda. To przyszłość, na razie do tego etapu jeszcze wspólnie nie doszliśmy.

Całą drogę od pomysłu na program poprzez jego napisanie i zamianę do postaci akceptowanej przez procesor i jednocześnie dającej wpisać się do pamięci programu procesora obrazuje rysunek 1.



Rys. 1. Od pomysłu na program do jego realizacji

Wróćmy na chwilę do naszego prostego przykładu dodawania dwóch liczb. Zapiszmy instrukcje (3)...(5) z argumentami dodawania w postaci szesnastkowej:

MOV A, #19h (7)
MOV B, #2Bh (8)
ADD A, B (9)

Liczba 25 dziesiętnie można zapisać w postaci heksadecymalnej jako „19", a liczba 43 jako „2B", dodając na końcu każdej z nich małą literkę „h" co oznacza zapis że zapisaliśmy liczbę w takiej właśnie postaci. Spróbujmy teraz zamienić te trzy linie na postać liczbową (bajtową) akceptowaną przez procesor. W liście rozkazów 8051 instrukcja:
MOV A, "jakaś_liczba_8_bitowa"
ma numer (odtąd będziemy ten numer nazywać kodem rozkazu): „74h". Ale w linii (7) występuje jeszcze argument – liczba stała „19h", dlatego ostatecznie linię tę w kodzie maszynowym (liczbowo) można zapisać jako:"74h, 19h". Podobnie tłumaczymy linię (8). Odwołując się do listy instrukcji (którą całą niebawem poznasz), sekwencję:
MOV B,"jakaś_liczba_8_bitowa"
tłumaczymy jako: „75h, F0h, 2Bh". Trzecia linia zaś będzie miała postać: „25h, F0h". Skąd to wszystko wiem? Ano ze wspomnianej listy instrukcji. Nie martw się w tej chwili nie jest Ci ona potrzebna, ważne jest abyś uzmysłowił sobie w jaki sposób pisze się program w języku asemblera i jak go potem tłumaczy się na język maszynowy procesora – czyli postać liczbową.

W efekcie po przetłumaczeniu naszego przykładu otrzymamy sekwencję liczb:
„ 74h, 19h, 75h, F0h, 2Bh, 25h, F0h „ (10)

Jeżeli teraz poszczególne liczby wpiszesz do kolejnych komórek pamięci programu (czy to zewnętrznej czy to wewnętrznej) to po uruchomieniu układu procesor wykona dokładnie to czego do niego oczekujesz, czyli załaduje dwa składniki do dwóch rejestrów procesora a następnie dokona operacji dodania ich.

Uff, wyglądało to dość mozolnie, bo trzeba było napisać instrukcje w postaci asemblerowej czyli jawnej (linie 7,8,9), potem na podstawie bliżej Ci nie znanej (na razie) tabeli instrukcji zamienić program do postaci maszynowej, wreszcie umieścić sekwencję w pamięci programu.

W praktyce dzięki zastosowaniu dowolnego komputera proces ten da się przyśpieszyć.

O ile każdy program w postaci asemblera trzeba wstukać z klawiatury i zapisać na dysku w postać pliku tekstowego (np. korzystając z edytora popularnego Norton Commandera), to do przetłumaczenia postaci źródłowej za wykonywalną (maszynowej) służą specjalne narzędzia (programy) zwane kompilatorami. Dzięki nim proces zamiany – zwany dalej kompilacją – kodu źródłowego na maszynowy trwa często bardzo krótko, a tłumaczenie nawet kilku tysięcy linii nie trwa dłużej niż kilkanaście sekund. W efekcie działania kompilatora powstaje zbiór z programem zapisany w postaci maszynowej, czyli ciągu liczb jak zilustrowałem na przykładzie dodawania liczb. Plik taki najczęściej jest gotowy do użycia przez programatory pamięci EPROM (lub programatory procesorów). Taki zbiór świetnie nadaje się też do zapisania w pamięci operacyjnej twojego komputerka edukacyjnego opisywanego w trzech ostatnich numerach EdW. Jeżeli posiadasz dowolny komputer klasy PC, będziesz mógł nabyć dyskietkę z takim kompilatorem, dzięki któremu efekty twojej pracy będą natychmiastowe. Szczegółowe informacje zawarte są w 3 części opisującej komputerek edukacyjny na 8051 w tym numerze EdW.

Jeżeli nie masz dostępu do komputera, będziesz zmuszony do tłumaczenia przykładów z naszego kursu, ręcznie na kartce papieru, korzystając ze „ściągawki", którą będzie lista instrukcji procesora 8051. Lista taka ukaże się w przyszłym numerze EdW. Będziesz ją mógł wyciąć i w razie potrzeby zafoliować, chroniąc ją tym samym przez zniszczeniem.

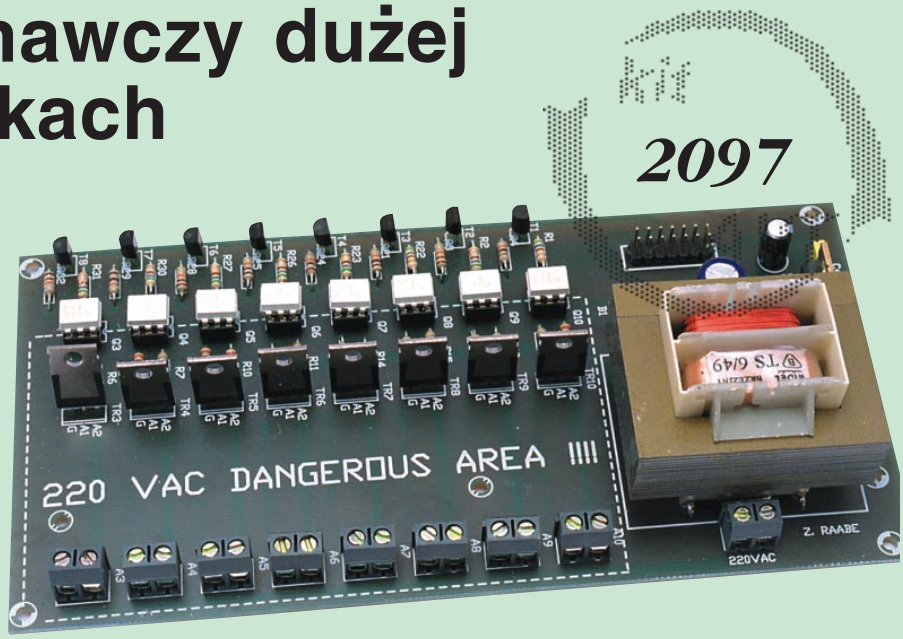
I choć wszystkie przykłady w czasie programowania będą dość proste i dające się zrealizować „na papierze", to powinieneś już teraz pomyśleć o wyposażeniu swego domowego kącika, nawet w przestarzały komputer klasy AT-286 lub w muzealną wersję XT.

Użytkownicy komputerów innych rodzajów, np. Amiga, Commodore, Atari, posiadający interfejs szeregowy zgodny z RS232c będą mogli także ich używać, do przesyłania kodu maszynowego pisanych przez siebie programów z komputera do naszego systemiku edukacyjnego. Musicie jednak kochani poszperać wśród swoich kolegów i namierzyć kompilator na procesory 8051 działający na waszym komputerze, bowiem na dyskietce oferowanej do naszego kursu znajduje się zestaw programów na komputery klasy PC.

W tym odcinku dość nietypowo, umieszczamy pierwsze 5 ćwiczeń w części III opisu zestawu AVT-2250. Zapraszam do lektury w tym numerze EdW.

Sławomir Surowiński

Moduł wykonawczy dużej mocy na triakach



Do czego to służy?

Z jednej strony proponowany układ jest kontynuacją urządzeń z serii „robotyki", kolejnym uniwersalnym modułem wykonawczym, umożliwiającym układom już skonstruowanym i tym, które powstaną w najbliższej przyszłości komunikację z otoczeniem. Z drugiej strony jednak, bezpośrednim powodem zaprojektowania tego układu było opublikowanie konstrukcji „Sterownika węża świetlnego na EPROM" w EdW 6/97, który do układów z serii automatyki raczej nie należy. Jest to doskonały przykład na to, że różne „rodziny" układów serii 2000 zaczynają się mieszać ze sobą. Doszło właśnie do pierwszego małżeństwa: sterownik o zastosowaniu typowo rozrywkowym czy dyskotekowym bierze właśnie ślub z układem z serii automatyki. Układ sterownika węża, czy jak kto woli girlandy świetlnej, umożliwia bezpośrednie sterowanie girlandą diod LED, ale zastosowanie żarówek 220V jest praktycznie niemożliwe. Mamy wprawdzie do dyspozycji moduł wykonawczy AVT-2098, wykorzystujący przekaźniki dużej mocy, ale jego zastosowanie do zasilania girlandy żarówek byłoby niecelowe. Pomińmy już nawet sprawę straszliwego hałasu, który byłby generowany przez ustawicznie włączające się i wyłączające przekaźniki. Przy częstotliwości zmian układów świetlnych wynoszącej już choćby parę herców, przekaźniki nie pożyłyby długo. Nieuniknione iskrzenie na stykach z pewnością szybko zniszczyłoby te dość przecież kosztowne elementy. Moduł z przekaźnikami można polecić do zastosowań, w których musimy przełączać duże prądy, ale z niezbyt wielką częstotliwością. Przekaźniki są też niezastąpione w systemie, w którym rozmaite urządzenia zasilane są z różnych źródeł, o zróżnicowanych napięciach i rodzajach prądu (np. część urządzeń zasilanych jest z sieci 220VAC, a część to odbiorniki prądu stałego 12VDC). Natomiast kiedy potrzebujemy sterować urządzeniami zasilanymi z sieci i włączać je ze stosunkowo dużą częstotliwością potrzebne będą inne elementy: bardzo trwałe, pracujące bezszelestnie i nie generujące zakłóceń radioelektrycznych. Niesłychanie ważne jest także, aby zaprojektowany układ był bezpieczny w użyciu. Elementami, które spełniają postawione wymagania są triaki, a właściwie zespoły triak + optotriak.

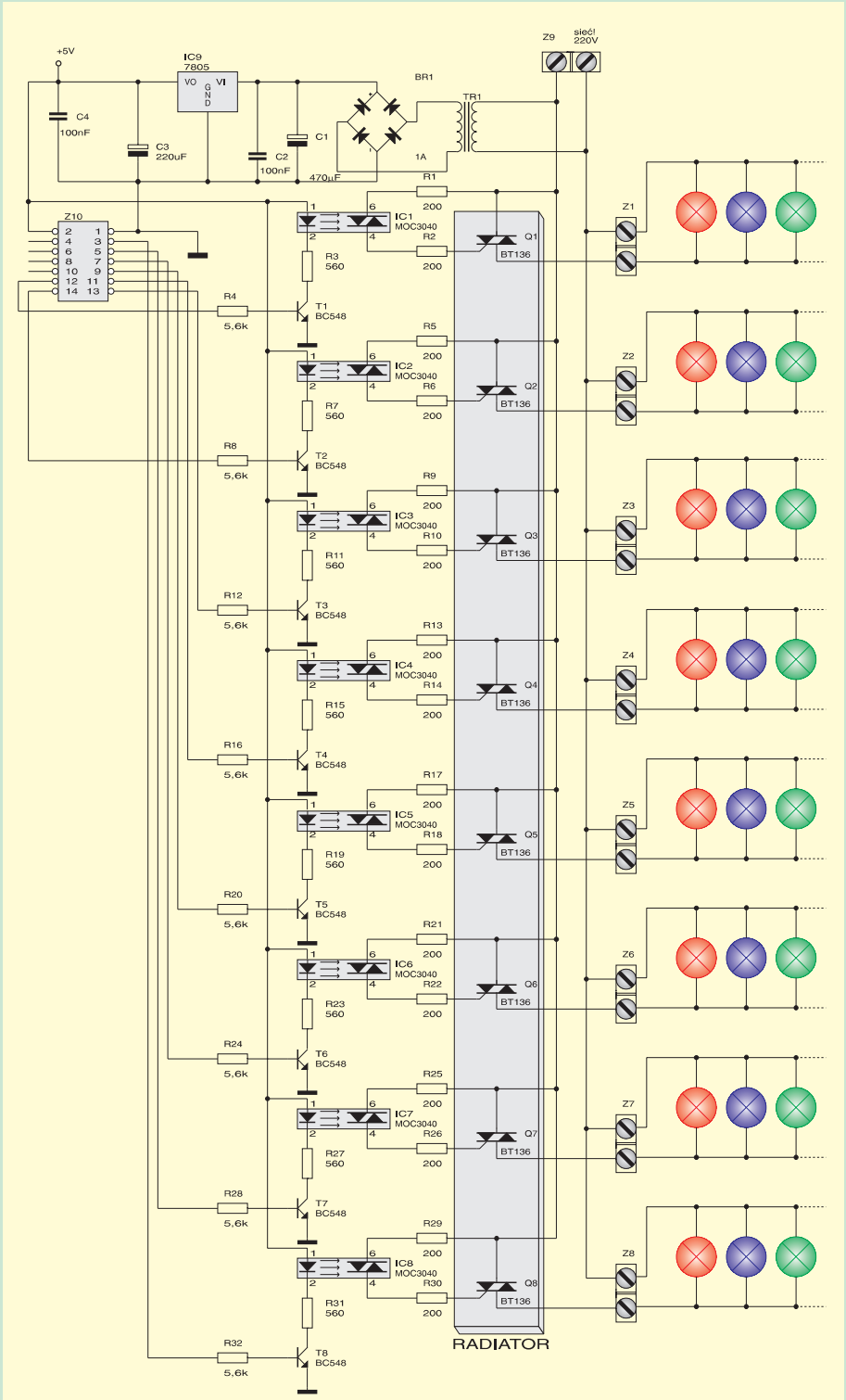
Zanim przejdziemy do szczegółowego omówienia schematu i powiemy sobie parę słów o być może nowych dla niektórych Czytelników elementach, pozostańmy jeszcze chwilę przy omawianiu zastosowań proponowanego urządzenia. Jak już wspomniano, bezpośrednim powodem jego skonstruowania było zastosowanie go do sterowania girlandami żarówek o mocy zależnej w praktyce tylko od typu zastosowanych triaków. Jednakże AVT-2097 może zostać dołączony także do innych, już skonstruowanych układów. Autor ma tu na myśli przede wszystkim układ zegara sterownika w cyklu 24 – godzinnym AVT-2067, układ programatora do modeli i zabawek AVT-2047, czy może nawet umożliwić sterowanie ośmioma urządzeniami za pomocą komputera, wykorzystując jako „przejściówkę" moduł najprostszego interfejsu CENTRONICS AVT-2027. Wszystkie wymienione i wiele innych układów łączonych jest ze sobą za pomocą przewodów taśmowych i wtyków, co umożliwia wykorzystanie jednego modułu wykonawczego do współpracy z wieloma sterownikami. Taka „klockowa" budowa urządzeń elektronicznych pozwala na znaczne oszczędności finansowe, bez rezygnowania z nowoczesnych i wygodnych rozwiązań.

Jak to działa?

Schemat elektryczny proponowanego układu pokazany został na rysunku 1. Jak wszystkie inne moduły wykonawcze serii 2000 układ składa się z ośmiu identycznych bloków funkcjonalnych i wystarczy wyjaśnić działanie jednego z nich, aby zrozumieć zasadę funkcjonowania całości. Omówimy więc sobie fragment układu z triakiem Q2, optotriakiem IC2 i tranzystorem T2 (oczywiście wraz z „osobami towarzyszącymi" – rezystorami).

Z triakami Czytelnicy EdW mieli już okazję się zapoznać i z pewnością wiedzą, że jest to w zasadzie jedyny obecnie element półprzewodnikowy, służący przełączaniu obwodów prądu przemiennego 220V. Przy masowej produkcji i niskiej cenie triaków stosowane niegdyś układy z tyrystorem i mostkiem prostowniczym, bądź z dwoma tyrystorami odeszły w zapomnienie. Produkowane są triaki o dopuszczalnym prądzie od kilku do setek amperów, co zaspakaja wszystkie potrzeby konstruktorów. Sam triak nie może jednak działać, potrzebny jest mniej lub bardziej skomplikowany układ zasilający jego bramkę. Jednym z takich układów, bardzo popularnym i mającym liczne zalety jest optotriak, element być może jeszcze nie znany niektórym Czytelnikom.

Do włączenia triaka potrzebne jest doprowadzenie do jego bramki impulsów o niewielkim prądzie i polaryzacji zgodnej z aktualną polaryzacją napięcia sieci. Z jednym z najprostszych sposobów wyzwalania triaków Czytelnicy EdW mieli już okazję się zetknąć: było to wyzwalanie za pomocą diaka. Wyzwalanie takie ma jednak dwie wady. Pierwszą z nich jest brak izolacji pomiędzy obwodem sterowanym i sterującym, czego konsekwencją byłoby występowanie napięcia sieci w układach sterowników, niedopuszczalne ze względów bezpieczeństwa. Drugą wadą jest przypadkowość



Rys. 1. Schemat ideowy

włączanie triaka. Jeżeli układ sterujący nie jest zsynchronizowany z siecią (a tak jest najczęściej) to triak będzie się włączał całkowicie chaotycznie, w losowo wybranym punkcie sinusoidy napięcia sieciowego. Przy sterowaniu urządzeniami zawierającymi indukcyjność (czyli praktycznie wszystkimi odbiornikami prądu) powoduje to powstawanie trudnych do usunięcia zakłóceń radioelektrycznych. Obydwa opisane problemy eliminowane są przy zastosowaniu optotriaków.

Blokowy schemat budowy wewnętrznej optotriaka pokazany został na rysunku 3. Składa on się z następujących elementów:

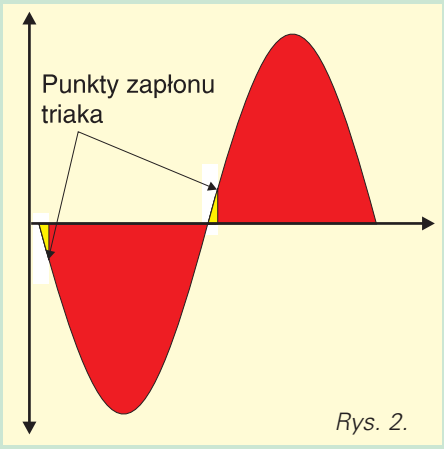
1. Diody nadawczej LED włączanej i wyłączanej przez układ sterujący. W optotriakach stosuje się diody o dużej sprawności, tak że do włączenia optotriaka nie jest potrzebny duży prąd.
2. Przezroczystej warstwy izolacyjnej o odporności na przebicie rzędu wielu kilowoltów. Załatwia to całkowicie sprawę odizolowania od siebie obwodów i zapewnia użytkownikom całkowite bezpieczeństwo.
3. Elektronicznego układu sterującego bramką, zawartego w strukturze triaka małej mocy. Zadaniem tego układu jest wyzwolenie triaka po zapaleniu się diody LED, ale nie dowolnym momencie. Układ bada, jakie jest w danym momencie napięcie sieci i wyzwala triak tuż po przejściu napięcia przez zero, tak jak pokazano na rysunku 2. Taki sposób włączania odbiorników prądu powoduje praktycznie całkowitą eliminację zakłóceń radioelektrycznych.
4. Triaka małej mocy, którego zadaniem jest sterowanie wykonawczym triakiem o praktycznie dowolnej mocy.

Nie wiem czy zauważyliście, Drodzy Czytelnicy, że przy okazji omawiania zasady działania optotriaka wyjaśniliśmy sobie także działania naszego modułu wykonawczego? Bo o czym tu jeszcze można napisać? Osiem triaków sterowanych jest przez osiem optotriaków, których diody świecące zasilane są przez tranzystory T1... T8. Z kolei bazy tranzystorów dołączone są do typowego w naszych układach automatyki (a ostatnio także w układach „rozrywkowych") złącza Z9. Pojawienie się stanu wysokiego na którymkolwiek z wejść powoduje włączenie tranzystora, zapalenie diody w strukturze optotriaka i w konsekwencji włączenie triaka.

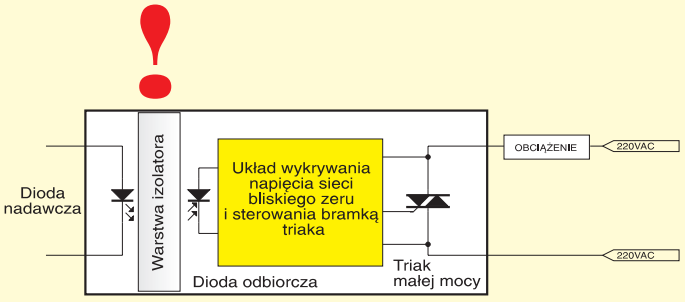
Tak jak każdy moduł wykonawczy z naszej serii układ posiada wbudowany zasilacz stabilizowany, służący także zasilaniu układu sterującego.

Montaż i uruchomienie

Mozaika ścieżek płytki drukowanej wykonanej na laminacie jednostronnym oraz rozmieszczenie elementów zostało pokazane na rysunku 4. Montaż wykonujemy w sposób typowy, ale z uwagi na występowanie w układzie napięcia sieciowego, wyjątkowo dokładnie. Rozpoczynamy od rezystorów, a kończymy na wlutowaniu triaków i transformatora zasi-

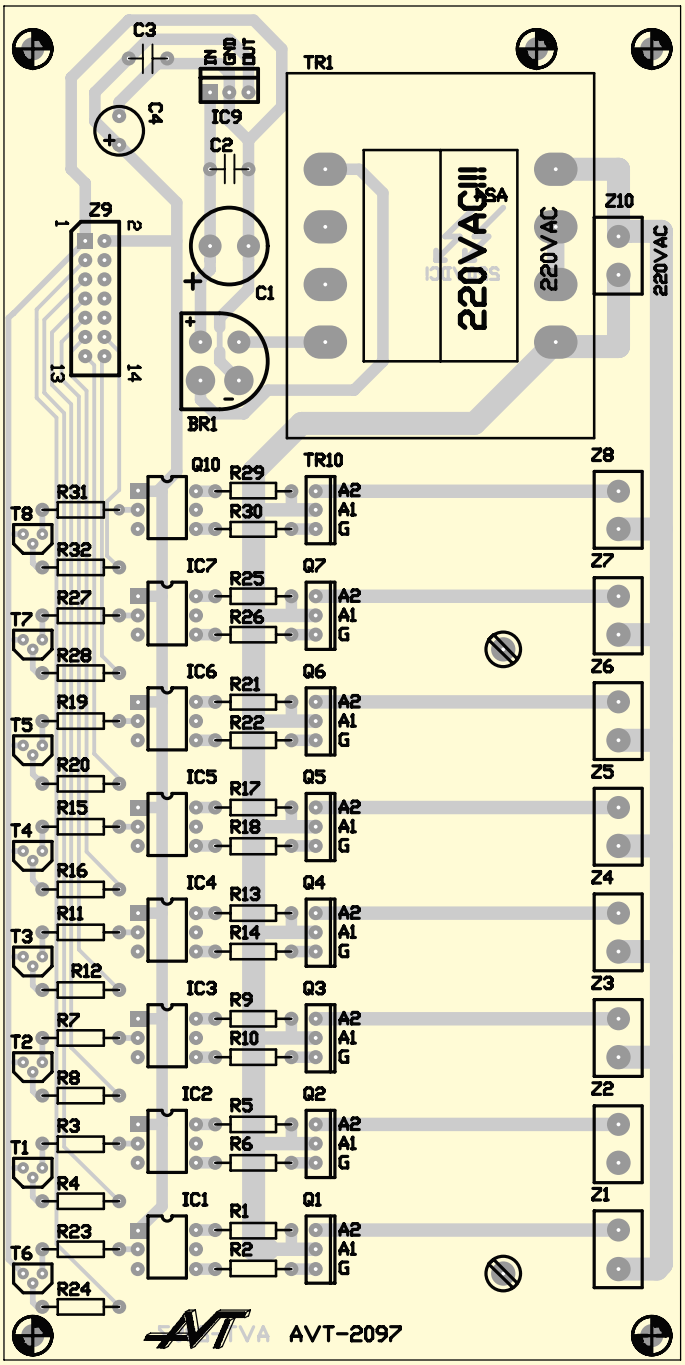


Rys. 2.



Rys. 3. Schemat wewnętrzny optotriaka

lającego. Jak widać na fotografii, w układzie modelowym nie zastosowano radiatora, mimo że przewidziano na niego miejsce na płytce obwodu drukowanego. Układ używany był do sterowania żarówek o mocy zaledwie 200W i triaki nie nagrzewały się zbytnio. Jeżeli jednak przewidujecie zastosowanie większego obciążenia, to radiator może okazać się niezbędny. Kolejność montażu będzie w takim przypadku następująca: najpierw zaznaczamy i wiercimy wszystkie otwory w radiatorze. Następnie mocujemy radiator do płytki i przykręcamy do niego wszystkie triaki, wkładając ich wyprowadzenia w otwory w płytce. Pomiędzy triakami a radiatorem umieszczamy izolujące podkładki mikowe i tulejki izolacyjne, nie zapominając o posmarowaniu zarówno triaków jak i radiatora w miejscu styku z triakami pastą silikonową. Dopiero teraz lutujemy wyprowadzenia triaków.



Rys. 4. Schemat montażowy

Wykaz elementów

Rezystory
R1, R2, R5, R6, R9, R10, R13, R14, R17, R18, R21, R22, R25, R26, R29, R30: 200Ω
R3, R7, R11, R15, R19, R23, R27, R31: 560Ω
R4, R8, R12, R16, R20, R24, R28, R32 5,6kΩ

Kondensatory
C1: 470µF/16V
C2, C4: 100nF
C3: 220µF/16V

Półprzewodniki
IC1, IC2, IC3, IC4, IC5, IC6, IC7, IC8: MOC3040
IC9: 7805
Q1, Q2, Q3, Q4, Q5, Q6, Q7, Q8: triak BT136 lub odpowiednik

T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8: BC548 lub odpowiednik
BR1: mostek prostowniczy 1A

Pozostałe
TR1: transformator typu TS 6/49
Z1, Z2, Z3, Z4, Z5, Z6, Z7, Z8, Z9: ARK2
Z10: złącze 14 goldpin
*Dwa złącza zaciskowe 14 + odcinek przewodu taśmowego 14 żyłowego (ok. 20cm)
Osiem podkładek mikowych i tulejek izolacyjnych.
Osiem śrub pasujących do tulejek.
Radiator
*)Uwaga: elementy mechaniczne nie wchodzą w skład kitu AVT 2097B

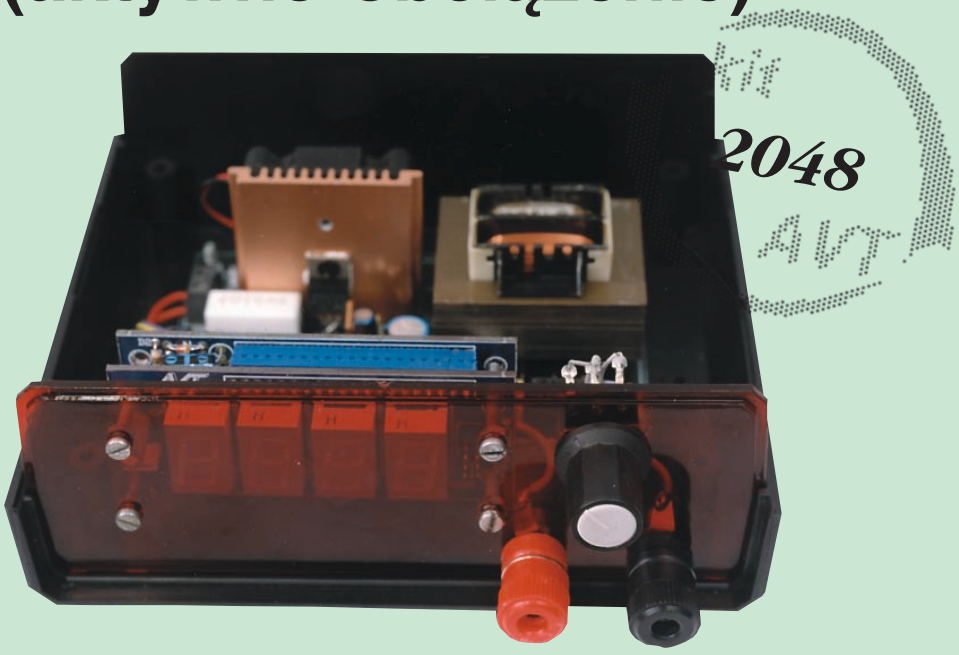
To oczywiste, że zmontowany układ nie wymaga regulacji ani uruchamiania. Autor chciałby jednak, żeby dla wszystkich jego kolegów także było oczywiste, że część zbudowanego urządzenia znajduje się pod niebezpiecznym dla życia napięciem sieci. Układ prototypowy, pracujący w warunkach laboratoryjnych, nie był obudowany, ale wy koniecznie musicie zamknąć go w obudowie, wykluczającej przypadkowe dotknięcie. Korzystanie z urządzenia bez obudowy jest absolutnie niedopuszczalne!

Sposób dołączenia żarówek w przypadku współpracy modułu ze sterownikiem węża świetlnego pokazany jest na schemacie. Liczba zastosowanych żarówek zależna jest wyłącznie od typu triaków (triaki typu BT136 posiadają dopuszczalny prąd 6A).

Zbigniew Raabe

Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w sieci handlowej AVT jako „kit szkolny" AVT-2097.

„Obciążacz” (aktywne obciążenie)



Do czego to służy?

Nazwa proponowanego układu może wydać się dziwna wielu Czytelnikom. Jaki jednak znaleźć antonim do słowa „zasilacz”? Może „pobieracz” lub „zabieracz”? Brzmi to także paskudnie i wobec tego pozostańmy przy naszym „obciążaczu”, jako nazwę alternatywną pozostawiając sobie „sztuczne obciążenie”. Do czego jednak może służyć urządzenie, którego jedyną funkcją jest pobieranie energii elektrycznej i zamienianie jej na ciepło? Może autor chce zaproponować nam budowę najdroższego i najmniej ekonomicznego piecyka w historii techniki?

Nic podobnego, obciążacz nie jest bynajmniej żartem w stylu osławionego „Pipka dręczyciela”. Posiada on określone i bardzo ważne zastosowanie praktyczne. Najlepiej posłużymy się przykładem. Wyobraźmy sobie, że zbudowaliśmy sobie nowy zasilacz laboratoryjny, np. AVT-2001. Układ został zmontowany, wstępnie uruchomiony i okazało się, że prawdopodobnie pracuje on poprawnie. Prawdopodobnie, ponieważ dość trudno jest zbadać prawidłowość działania układu zabezpieczenia prądowego. Najczęściej do testowania zasilaczy używamy rezystorów o małej oporności i dużej mocy strat, lub różnego typu żarówek. Szczególnie ta ostatnia metoda nie jest warta polecania ze względu na bardzo nieliniową charakterystykę rezystancji żarówki w funkcji temperatury. A jak poradzić sobie w przypadku, kiedy wykonany zasilacz nie jest wyposażony w miernik natężenia pobieranego prądu i potrzebujemy wykonać skalę przy potencjometrze ograniczenia prądowego? Nie jest to proste, ponieważ w tym przypadku potrzebna jest płynna regulacja prądu pobieranego z zasilacza. Oczywiście, możemy próbować sobie poradzić dołączając do wyjścia badanego zasilacza tranzystor o odpowiedniej dopuszczalnej mocy strat i regulując prąd bazy za pomocą jakiegoś potencjometru, spróbować w ten sposób uzyskać płynną regulację prądu. Tylko że za chwilę tranzystor zacznie się nagrzewać, trzeba go będzie umieścić na radiatorze... no to chyba już lepiej skonstruować sobie wyspecjalizowane urządzenie służące do testowania wszelkiego rodzaju zasilaczy. Przecież elektronika i nasze konstrukcje mają zawsze służyć ułatwianiu sobie i innym życia!

Oczywiście, opis testowania zasilacza sieciowego był tylko przykładem jednej z wielu możliwości wykorzystania proponowanego układu. Znajdzie on zastosowanie przy badaniu wszystkich układów elektronicznych i elektrycznych, z których ma wypływać prąd i które mogą zawieść w ekstremalnych warunkach. To zresztą takie miłe uczucie: pobawić się czasami w sadystę i poznęcać się nad wykonanymi układami. „Ciekawe, ile wytrzyma, zanim zadziała zabezpieczenie termiczne (albo dym pójdzie z tranzystora wykonawczego układu bez zabezpieczenia termicznego)?

Zanim przejdziemy do szczegółowego opisu układu, jeszcze jedna uwaga. Urządzenie, z którym za chwilę się zapoznamy jest, oczywiście, w pełni funkcjonalnym i spełniającym zadane mu funkcje układem. Aby jednak uzyskać naprawdę wielki komfort pracy, warto dobudować do niego jeszcze jeden układ: jakikolwiek miliwoltomierz o zakresie 200mV (np. AVT-2004). Szerzej omówimy tę sprawę w dalszej części artykułu.

Jak to działa?

Schemat elektryczny proponowanego układu pokazany został na rysunku 1.

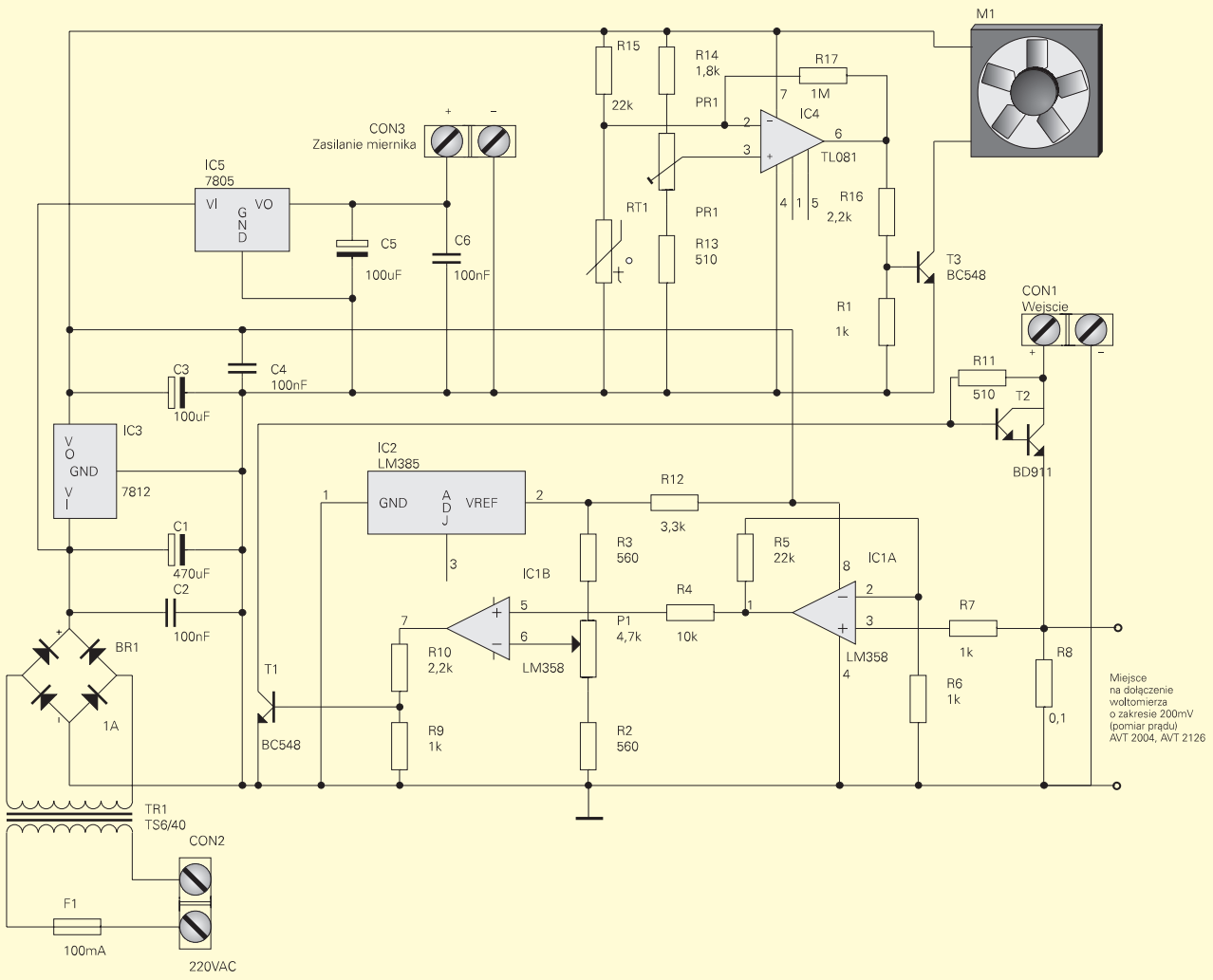
Układ możemy podzielić na trzy główne bloki funkcjonalne: blok właściwego układu sztucznego obciążenia, blok termostatu chłodzącego radiator i nieco rozbudowany układ zasilacza.

Blokiem podstawowym jest układ regulacji prądu pobieranego z badanego układu. Najważniejszym jego elementem jest wzmacniacz operacyjny IC1 – LM358. Prąd wpływający z badanego układu płynie przez tranzystor T2, którego baza spolaryzowana jest przez rezystor R11 i dalej, przez rezystor pomiarowy R8, do masy wspólnej z badanym układem. Na rezystorze R8 odkłada się napięcie, zgodnie z prawem Ohma proporcjonalne do płynącego przez ten rezystor prądu. Napięcie to jest wzmacniane przez wzmacniacz IC1A i następnie podawane na wejście 5 komparatora zbudowanego na drugiej „połówce” LM358 – IC1B. Komparator porównuje to napięcie z napięciem wzorcowym, pobieranym z suwaka potencjometru regulacyjnego P1. Jeżeli napięcie wzorcowe jest mniejsze od napięcia na końcówce 5 to na wyjściu wzmacniacza napięcie wzrasta, powodując spolaryzowanie bazy tranzystora T1, zwieranie do masy bazy tranzystora T2 i ograniczanie prądu wpływającego do układu „obciążacza”.

Układ IC2 – LM385 możemy w naszym przypadku traktować jako wysoko stabilną diodę Zenera o napięciu przewodzenia 2,5V. Dostarcza on doskonale stabilizowanego napięcia wzorcowego.

Przy wartości R5 takiej, jak na schemacie, maksymalny prąd jaki możemy czerpać z badanego układu wynosi ok. 1A. Jeżeli ta wartość okaże się niewystarczająca, to możemy ją zwiększyć przez wymianę R5 na inny, o mniejszej wartości.

Drugim blokiem układu jest termostat, którego zadaniem jest chronienie tranzystora wykonawczego przed przegrzaniem. Jak już wspomnieliśmy, właściwie jedyny zadaniem wykonywanym przez nasz układ jest zamiana energii elektrycznej w cieplną, tyle że w sposób dokładnie regulowany. Jest oczywiste, że od elementu wykonawczego takiego urządzenia musimy odprowadzać ciepło, ponie-



Rys. 1. Schemat ideowy

waż w przeciwnym wypadku mógłby on ulec uszkodzeniu na skutek przegrzania złącza półprzewodnikowego. Powróciliśmy tu do naszego pomysłu sprzed paru miesięcy: zamiast stosować wielki, niewygodny w montażu klasyczny radiator, wykonamy radiator aktywny, z wymuszonym chłodzeniem. W układzie modelowym wykorzystany został radiator wraz z wentylatorem, stosowany do chłodzenia procesorów w komputerach PC. Takie chłodzenie okazało się zupełnie wystarczające przy obciążeniach rzędu 20...30W. Jeżeli jednak ktoś będzie chciał testować układy oddające większy prąd, to będzie musiał zastosować większy radiator i silniejszy wentylatorek. Po co jednak wentylator ma pracować w momentach, kiedy radiator jest zimny lub zaledwie ciepły? Wentylator przeznaczony do chłodzenia procesora pracuje praktycznie bezszelestnie, ale wentylatory większej mocy generują nieprzyjemny szum, dobrze znany posiadaczom PC-tów. Zastosowaliśmy więc następujące rozwiązanie:

Podczas pracy z małym obciążeniem, kiedy nie grozi jeszcze przegrzanie tranzystora mocy T2, wentylator nie pracuje. W momencie przekroczenia zadanej temperatury układ elektroniczny włącza wentylator, który obniża temperaturę radiatora i po osiągnięciu dolnej granicy temperatury wyłącza się. W układzie występuje histereza rzędu kilku stopni Celsjusza. Jej powiększanie nie ma większego sensu: układy elektroniczne pracują najlepiej w ustalonych warunkach cieplnych i ustawiczne ich nagrzewanie i chłodzenie mogłoby niekorzystnie wpłynąć na ich trwałość. Tak więc układ pracuje właściwie jako termostat.

Sercem tego fragmentu układu sztucznego obciążenia jest popularny i tani wzmacniacz operacyjny typu TL081. Wzmacniacz porównuje ze sobą dwa napięcia: jedno tworzone przez dzielnik napięcia zbudowany z rezystorów R14, PR1 i R13 i drugie odkładające się pomiędzy rezystorem R15 i termistorem RT1. Termistor zamocowany jest do radiatora w pobliżu chłodzonego elementu i jego oporność maleje podczas nagrzewania się. W momencie kiedy napięcie na końcówce 2 wzmacniacza operacyjnego spadnie poniżej napięcia ustawionego na końcówce 3, to na wyjściu 6 pojawi się napięcie prawie równe napięciu zasilania. Konsekwencją tego faktu będzie przewodzenie tranzystora T3 i włączenie silnika wentylatora. Temperatura radiatora zacznie spadać i kiedy dojdzie do wartości o kilka stopni większej od progu zadziałania wentylatora, na wyjściu wzmacniacza napięcie spadnie do ok. 1,5V. Ponieważ baza tranzystora T3 zasilana jest z dzielnika napięcia R1 i R16, tranzystor ten zostanie zatkany i wentylator wyłączy się. Temperatura radiatora zacznie wzrastać, osiągnie próg zadziałania wentylatora i tak dalej, i tak dalej....

Ostatnim blokiem układu wymagającym omówienia jest układ dwóch zasilaczy. Jeden z nich, typowo zrealizowany na scalonym stabilizatorze napięcia typu 7812 – IC3 zasila główny blok układu sztucznego obciążenia i układ termostatu. Drugi, zbudowany na stabilizatorze IC5 typu 7805 przewidziany jest do zasilania miliwoltomierza. I tu dochodzimy do sprawy, sygnalizowanej na początku artykułu. Nie ma najmniejszych przeszkód,

aby do pomiaru prądu pobieranego z badanego układu zastosować miernik uniwersalny, stanowiący wyposażenie nawet najskromniejszego warsztatu elektronika. Tylko że takie rozwiązanie jest bardzo niewygodne, powoduje konieczność ciągłego przełączanie przewodów pomiarowych. Jeżeli w dodatku zajdzie konieczność zmierzenia jakiegoś napięcia w badanym układzie, to sytuacja posiadacza jednego tylko multimetru może stać się beznadziejna. Można wprawdzie nanieść skalę obok gałki potencjometru, ale wtedy regulacja prądu nie będzie zbyt dokładna. Rozwiązaniem idealnym jest wbudowanie w nasze urządzenie specjalnego przyrządu pomiarowego, najlepiej cyfrowego miliwoltomierza (tak właśnie wykonany został układ prototypowy, widoczny na fotografii 1). Mamy nawet taki układ do dyspozycji: jest nim uniwersalny moduł miliwoltomierza AVT-2004, lub miliwoltomierz z wyświetlaczem LCD AVT-2126 (ten ostatni układ opisany był w Młodym Techniku). Właśnie do zasilania modułu AVT-2004 służy drugi zasilacz w naszym układzie. Zastosowanie rezystora pomiarowego R8 o wartości 0,1Ω nie było, jak się okazuje, sprawą przypadku. Po dołączeniu do jego końcówek dowolnego miliwoltomierza o zakresie 199,9mV otrzymamy bez żadnych dodatkowych zmian w układzie czy regulacji wynik pomiaru w mA. W przypadku zastosowania modułu AVT-2126, którego napięcie zasilania wynosi 9V, musimy wymienić stabilizator 7805 IC5 na układ 7809, lub też ze względu na mały pobór prądu, 78L09.

Montaż i uruchomienie

Mozaika ścieżek płytki drukowanej oraz rozmieszczenie na niej elementów zostało pokazane na rysunku 2. Płytka została wykonana na laminacie jednostronnym, co pociągnęło za sobą konieczność zastosowania dwóch zworek oznaczonych na stronie opisowej płytki jako Z1.i Z2 Od nich rozpoczniemy montaż układu, w dalszej kolejności lutując rezystory, a dalej elementy o coraz większych wymiarach. Pod układy scalone autor jak zwykle zaleca zastosować podstawki. Jako ostatni lutujemy do płytki transformator sieciowy i jeżeli mamy zamiar zastosować radiator od procesora, to napotykamy na trudności. Radiator taki jest znakomitym elementem odprowadzającym ciepło, ale wyjątkowo trudnym do zamocowania do płytki. Kolegom mającym smykałkę do mechaniki można polecić zamocowanie radiatora za pomocą odpowiednio zwymiarowanego kątownika. Pozostałym autor zaleca metodę najprostszą – przyklejenie radiatora do płytki za pomocą kleju na gorąco, tak jak to zostało zrobione w układzie modelowym.

Zmontowany układ wymaga tylko jednej czynności regulacyjnej i w wypadku jeżeli nie zdecydujemy się na zastosowanie osobnego miliwoltomierza – wykonania skali przy gałce potencjometru.

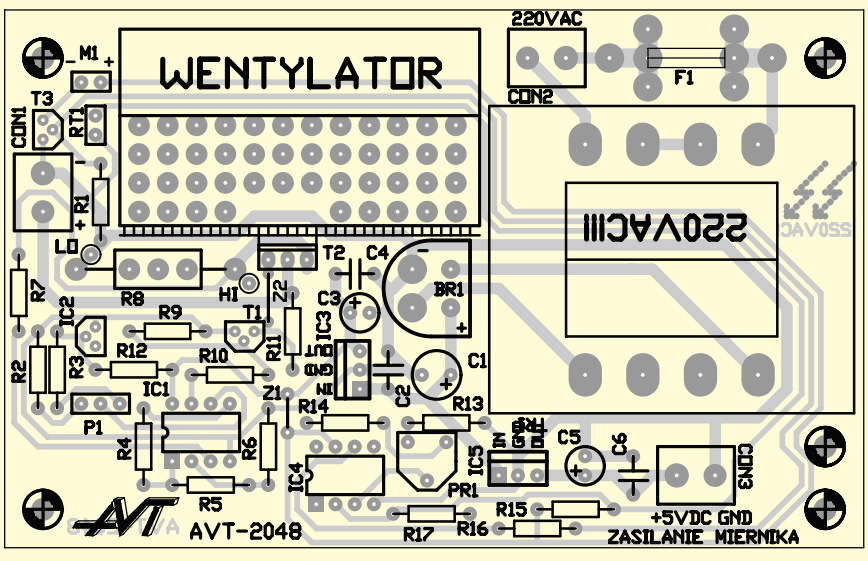
Regulacja termostatu może okazać się nieco uciążliwa, ze względu na trudności z podgrzaniem termistora do określonej temperatury. Ale zanim przejdziemy do opisu regulacji, jedna ważna uwaga: podczas czynności regulacyjnych nie zasilajmy jeszcze układu z sieci, ale z jakiegoś pomocniczego zasilacza, dobrze od niej odizolowanego. Licho nie śpi!

Problem podgrzania termistora pomiarowego do określonej, znanej temperatury można rozwiązać dwoma sposobami: albo umieszczając termistor w hermetycznej obudowie, a następnie w naczyniu z podgrzaną wodą, lub też nagrzewając „goły" termistor w naczyniu z cieczą nie przewodzącą prądu (np. w zwykłej, dostępnej w każdej aptece wodzie destylowanej). Niezależnie jaką metodę wybierzemy, termistor umieszczamy w naczyniu z płynem podgrzanym do temperatury ok. 80°C i pokręcając potencjometrem montażowym PR1 „łapiemy" moment włączenia wentylatora. Po dokonaniu tej regulacji termistor umieszczamy jak najbardziej dociśnięty do radiatora. Najlepiej po prostu przykleić go za pomocą kleju silikonowego.

Jeżeli zdecydowaliśmy się na zastosowanie miliwoltomierza, ta najlepiej cały układ umieścić w obudowie typu KM z czerwonym filtrem (tak, jak układ prototypowy). Pozwoli to na uniknięcie żmudnego wycinania otworów na wyświetlacze. Jest to jednak metoda dobra tylko w przypadku zastosowania miliwoltomierza z wyświetlaczami LED, natomiast jeżeli użyjemy modułu AVT-2126, to nie unikniemy konieczności wycinania otworu i wymiany stabilizatora IC5 na podobny, ale pracujący przy napięciu 9V (7809). Zaciski pomiarowe miliwoltomierza dołączamy do punktów oznaczonych na płytce „LO" i „HI".

W przypadku, kiedy oszczędność wzięła górę nad chęcią zapewnienia sobie komfortowych warunków pracy, musimy wykonać skalę wokół gałki potencjometru.

c.d. na str. 58



Rys. 2. Schemat montażowy

Wykaz elementów

Rezystory
- PR1: 4,7kΩ
- P1: 4,7kΩ/A potencjometr obrotowy
- RT1: termistor 22kΩ/ 18°C
- R1, R6, R7, R9: 1kΩ
- R2, R3: 560Ω
- R4: 10kΩ
- R5, R15: 22kΩ
- R8: 0,1Ω/5W
- R10, R16: 2,2kΩ
- R13, R11: 510Ω
- R12: 3,3kΩ
- R14: 1,8kΩ
- R17: 1MΩ

Kondensatory
- C1: 470µF/16V
- C2, C4, C6: 100nF
- C3, C5: 100µF/10V

Półprzewodniki
- BR1: mostek prostowniczy 1A
- IC1: LM358
- IC2: LM385
- IC3: 7812
- IC4: TL081
- IC5: 7805
- T3, T1: BC548 lub odpowiednik
- T2: BD911

Pozostałe
- CON1, CON2, CON3: ARK2
- F1: bezpiecznik 100mA z podstawką
- M1: radiator aktywny od procesora DX lub PENTIUM (nie wchodzi w skład kitu, dostępny w ofercie handlowej AVT)
- TR1: transformator sieciowy typu TS6/40 (nie wchodzi w skład kitu, dostępny w ofercie handlowej AVT)

Mikrofon elektretowy do aparatów telefonicznych starszych typów

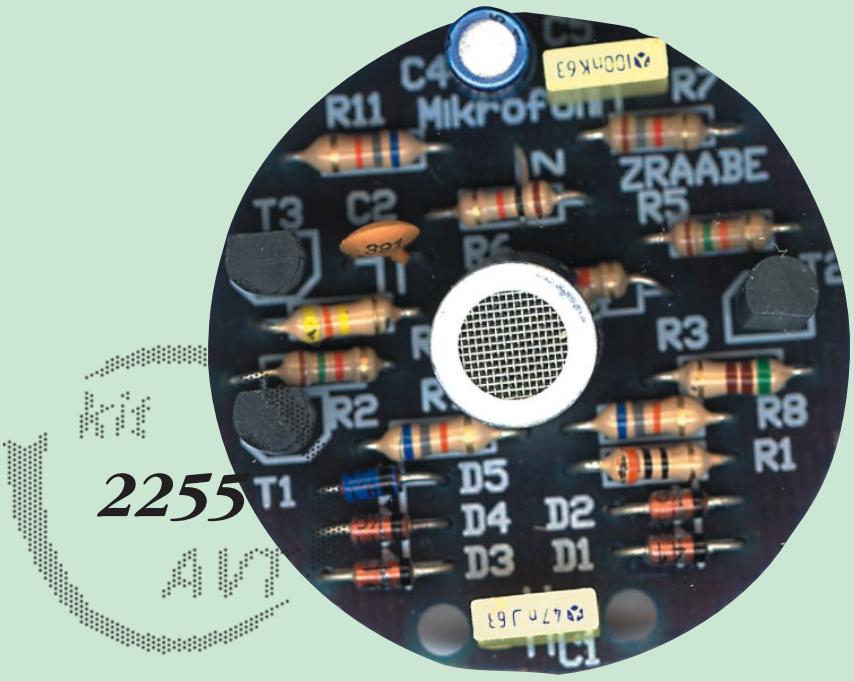
Do czego to służy?

Aparat telefoniczny, czyli popularny „telefon" jest chyba jednym z najbardziej rozpowszechnionych w naszych domach urządzeń technicznych. Od ponad stu lat świat coraz bardziej oplatany jest systemem łączności telefonicznej, bez której nie sposób już wyobrazić sobie codziennego życia, tym bardziej, że coraz częściej na liniach telefonicznych słychać charakterystyczne brzęczenie miliardów bitów informacji przekazywanej w sieci INTERNET. Po latach posuchy, rynek polski jest obecnie zalany ogromną liczbą aparatów telefonicznych i modemów, od typowych, prostych do bardzo skomplikowanych i kosztownych. Tak więc nabycie aparatu telefonicznego dowolnego typu i jakości nie jest obecnie najmniejszym problemem.

Jednak w naszych domach pozostaje nadal wielka ilość telefonów bynajmniej nie najnowszej generacji, ale pozostających wciąż w dobrym stanie technicznym. Z pewnością warto je nieco udoskonalić i dalej wykorzystywać przed ostatecznym wysłaniem ich na zasłużoną emeryturę.

Jednym z elementów „klasycznego" aparatu telefonicznego, który wpływa na marną jakość dźwięku słyszanego w słuchawce jest z pewnością mikrofon węglowy, powszechnie stosowany w słuchawkach telefonicznych od czasów pana Bell'a, czyli od dość dawna. Obecnie produkowane aparaty wyposażane są z zasady w nowoczesne mikrofony, ale w starszych nadal straszą upiory z przeszłości: małe, okrągłe pudełeczka, wypełnione drobno zmielonym węglem. Sama idea zbudowania takiego mikrofonu była niegdyś równie genialna, jak wynalezienie koła; drgająca membrana ściska z różną siłą drobinki węgla. Proszek węglowy zmienia swą oporność proporcjonalnie do siły nacisku membrany, co z kolei powoduje zmianę wartości prądu płynącego przez mikrofon, a w konsekwencji drganie membrany w słuchawce rozmówcy. Wspaniały i prosty pomysł i dlatego mikrofon węglowy utrzymał się przy „życiu" przez blisko sto lat.

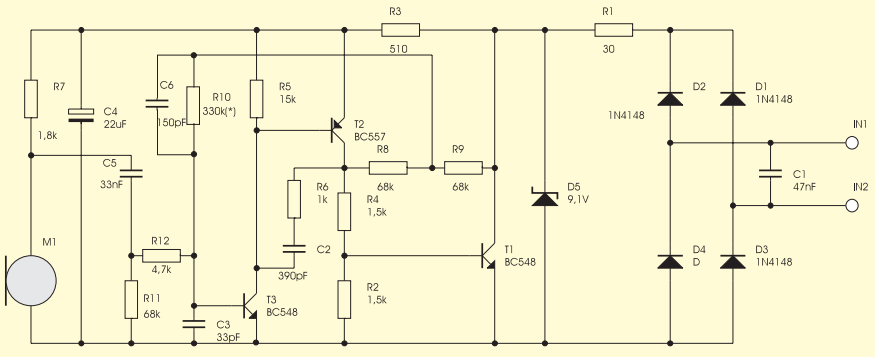
Niestety, czasy się zmieniły i możemy przytoczyć co najmniej dwa powody do wymiany mikrofonu węglowego na prosty układ elektroniczny, zawierający wzmacniacz i nowoczesny mikrofon elektretowy. Po pierwsze, jakość dźwięku przekazywanego przez mikrofon węglowy jest marna i pogarsza się wraz z upływem czasu. Nie miejmy jednak zbyt wielkich nadziei, że po zastosowaniu nowoczesnego mikrofonu będziemy mogli przekazywać przez telefon muzykę o jakości HiFi. Pasmo „telefoniczne" pozostanie pasmem telefonicznym, ograniczającym przenoszone częstotliwości z zakresu ok. 300...3400Hz. Na szczęście, pasmo to w pełni pokrywa zakres częstotliwości, występujący w mowie ludzkiej. Natomiast zastosowanie nowoczesnego mikrofonu wpłynie z pewnością na wyrazistość dźwięku i jego siłę.



Drugim powodem do wymiany mikrofonu w starszym typie aparatu telefonicznego mogą być kłopoty z nabyciem, w przypadku uszkodzenia, nowego mikrofonu węglowego. Mikrofonów takich nikt już przypuszczalnie nie produkuje, a ponadto autor zna setki miejsc, w których można kupić aparat telefoniczny i tylko jedno, gdzie można nabyć do nich części. Sklep prosperuje marnie i należy sądzić, że w najbliższym czasie przestawiony zostanie wyłącznie na sprzedaż gotowych aparatów. Należy więc sądzić, że zbudowanie w ciągu kilkunastu minut nowego, lepszego mikrofonu jest lepszym wyjściem z sytuacji, niż nieraz skazane na niepowodzenie, poszukiwanie mikrofonu starego typu.

Jak to działa?

Schemat układu mikrofonu przedstawiony został na rysunku 1 i jest dowodem na to, że jeszcze czasem można coś zrobić wyłącznie na tranzystorach, bez używania układów scalonych. A jakie piękne konstrukcje wykonywano kiedyś



Rys. 1. Schemat ideowy

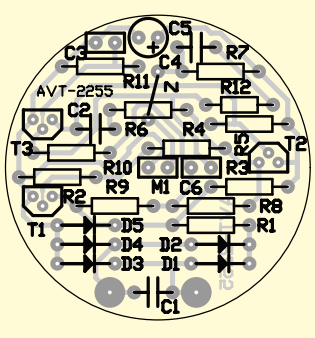
wyłącznie z tych, obecnie używanych prawie tylko do sterowania układami wykonawczymi, elementów. Ach, łza się w oku kręci! Nie zatrzymamy jednak zawrotnego postępu w elektronice (po co zresztą byłoby to robić?), wracajmy więc do naszego schematu.

Sygnał pochodzący bezpośrednio z mikrofonu elektretowego byłby wielokrotnie za słaby dla naszych potrzeb. Tak więc z tego i z innych powodów musimy zastosować wzmacniacz mikrofonowy. Zawiera on trzy stopnie wzmacniające, o sprzężeniu stałoprądowym i zbudowany jest na trzech tranzystorach T1–T3. Dzięki zastosowaniu dwóch filtrów wzmacniacz przenosi sygnały w pasmie „telefonicznym". Filtr zbudowany z rezystora R11 i kondensatora C5 ogranicza wzmacniane pasmo „od dołu" natomiast, górna częstotliwość ograniczona jest przez obwód pętli sprzężenia zwrotnego z rezystorem R10 i pojemnością C6.

Podczas projektowania układu najistotniejszą sprawą było, aby „zachowywał się" on identycznie, jak stary mikrofon węglowy. I tu pojawił się pierwszy problem: mikrofon węglowy jest elementem o dowolnej polaryzacji, całkowicie niewrażliwym na zmieniającą się biegunowość zasilania słuchawki telefonu. Natomiast zachowanie prawidłowej polaryzacji zasilania naszego układu ma zasadnicze znaczenie. Zastosowano więc prostownik pełnookresowy, zbudowany z diod D1–D4, uniezależniający pracę układu od aktualnej polaryzacji sieci telefonicznej. Zastosowano też diodę Zenera D5, zwierającą do masy napięcia wyższe, niż przewidziane do zasilania układu wzmacniacza. Wyjściowe napięcie m. cz. nakłada się na napięcie zasilania i nasz układ zachowuje się jak rezystor zmieniający swoją wartość w funkcji odbieranego przez mikrofon M1 sygnału, czyli dokładnie tak, jak mikrofon węglowy.

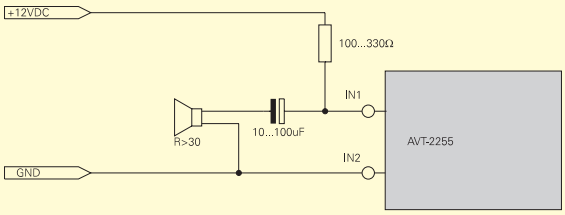
Montaż i uruchomienie

Na rysunku 2 przedstawiono mozaikę ścieżek płytki drukowanej i rozmieszczenie na niej elementów. Montaż układu wykonujemy w całkowicie typowy sposób, rozpoczynając od wlutowania jednej zworki. Lutujemy kolejno diody, rezystory i kondensatory, kończąc na zamontowaniu mikrofonu elektretowego. Element ten nie posiada żadnych wyprowadzeń do lutowania w płytkę, ponieważ zaprojektowany został do montażu na kablu. Musimy zatem dorobić z obciętych końcówek oporników potrzebne wyprowadzenia i mikrofon zamontować w odległości kilku milimetrów od powierzchni płytki.



Rys. 2. Schemat montażowy

Po zmontowaniu płytki powinniśmy wypróbować naszą konstrukcję, jak na razie bez dołączania jej do telefonu. Potrzebny będzie do tego specjalny układ testujący, pokazany na rysunku 3. Do „podsłuchiwania" naszego mikrofonu możemy wykorzystać mały głośniczek o dużej oporności, słuchawki, lub, najlepiej, wkładkę



Rys. 3. Układ testowy

sluchawkową od aparatu telefonicznego. Układ powinien działać natychmiast poprawnie, bez konieczności jakiejkolwiek regulacji. Perfekcjoniści mogą jedynie poeksperymentować z doborem wartości rezystora R10 (w zakresie od 270kΩ do 390kΩ), starając się uzyskać jak największą siłę nie zniekształconego głosu.

Jeżeli wszystko jest OK, to przystępujemy do ostatniej fazy budowania naszego mikrofonu: do zabezpieczenia płytki przed korozją za pomocą lakieru poliuretanowego. Ale po co zabezpieczać przed korozją układ pracujący w stojącym w mieszkaniu aparacie telefonicznym? To proste: oddech człowieka zawiera w sobie duże ilości pary wodnej i może powodować korozję nie zabezpieczonej płytki, a także wadliwe działanie układu na skutek bocznikowania rezystorów przez wilgoć. Potrzebny lakier możemy zakupić w sieci handlowej AVT lub w innym sklepie z artykułami chemicznymi dla elektroniki. Autor przestrzega jedynie przed stosowaniem „wynalazków" typu lakieru do paznokci czy też lakieru nitro, który nie jest odporny na wilgoć.

Ostatnią czynnością będzie zamontowanie układu w słuchawce telefonicznej. Płytka drukowana jest znacznie mniejsza od mikrofonów węglowych produkowanych niegdyś w Polsce, tak więc zmieści się doskonale w każdej słuchawce aparatu telefonicznego krajowej produkcji. Sposób umocowania płytki pozostawiamy już inwencji Czytelników, ponieważ będzie on różny w zależności od typu słuchawki. Godna polecenia wydaje się być metoda polegająca na „upchaniu" wokół płytki kawałków waty, lub, jeszcze lepiej gąbki. Poza pewnym zamocowaniem pozwoli to na „miękkie" zawieszenie mikrofonu.

Zbigniew Raabe

Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w sieci handlowej AVT jako „kit szkolny" AVT-2255.

Wykaz elementów

Rezystory
R1: 30Ω
R2, R4: 1,5kΩ
R3: 510Ω
R5: 15kΩ
R6: 1kΩ
R7: 1,8kΩ
R8, R9, R11: 68kΩ
R10: 330kΩ(*)
R12: 4,7kΩ

Kondensatory
C1: 47nF
C2: 390pF
C3: 33pF
C4: 22uF/10
C5: 100nF
C6: 150pF

Półprzewodniki
D1, D2, D3, D4: 1N4148 lub odpowiednik
D5: dioda Zenera 9,1V
T1, T3: BC548 lub odpowiednik
T2: BC557 lub odpowiednik

Pozostałe
M1: mikrofon elektretowy 2-końcówkowy

c.d. ze str. 56

Możemy tego dokonać dołączając poprzez amperomierz wejście naszego układu do wyjścia zasilacza o odpowiedniej wydajności prądowej. Obserwując wskazania amperomierza nanosimy odpowiednie wartości na skalę, wykonaną z kawałka grubego papieru, który najlepiej później zafoliować.

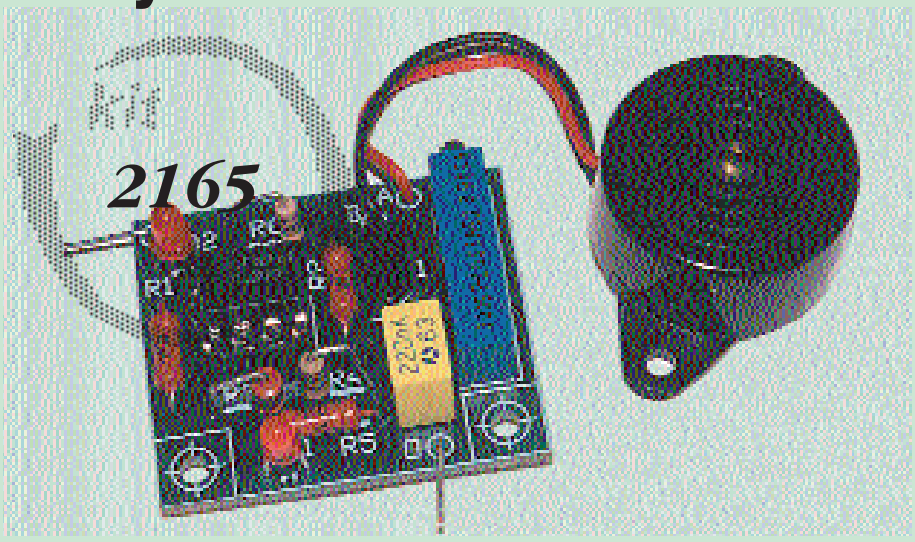
Z wartościami elementów podanymi na schemacie, układ może pobierać maksymalny prąd ok. 1A. Jeżeli potrzebne będą większe prądy, to możemy zmniejszyć wartość rezystora R5.

Zbigniew Raabe

Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w sieci handlowej AVT jako „kit szkolny" AVT-2048.

Sygnalizator zużycia baterii

Układ niezawodnie sygnalizujący obniżenie napięcia zasilającego
* przeznaczony do współpracy ze źródłami zasilania o napięciu 3,6....15V
* bardzo prosta budowa
* niewielka liczba elementów
* niski koszt
* pomijalnie mały pobór prądu w spoczynku (25µA)



Do czego to służy?

W wielu urządzeniach przenośnych, zasilanych z baterii lub akumulatora dużym problemem jest określenie stanu źródła zasilania. Pół biedy, gdy urządzenie ma kontrolkę w postaci diody LED – po jasności świecenia tej diody, a właściwie po zmianach jasności (przygasaniu) tuż po włączeniu zasilania można poznać, kiedy bateria jest u kresu swej służby. Gorzej jest, gdy urządzenie nie ma żadnego wskaźnika. Wtedy wyczerpanie baterii może być dla użytkownika przykrym zaskoczeniem.

Jeszcze gorzej wygląda to w przypadku przenośnych urządzeń pomiarowych. Użytkownik korzysta z przyrządu, nieświadomy, że napięcie baterii zbytnio się obniżyło i wskazania są zupełnie błędne.

Opisany dalej prosty układzik przeznaczony jest do ciągłego monitorowania napięcia baterii. Po obniżeniu tego napięcia poniżej dopuszczalnego poziomu, układ zasygnalizuje ten fakt dźwiękiem i miganiem diody LED.

O taki układ upomniało się wielu Czytelników EdW, między innymi przy okazji grudniowej ankiety.

Jak to działa?

Schemat ideowy układu pokazany jest na rysunku 1.

Sercem jest wzmacniacz operacyjny U1, który pracuje tu w bardzo dziwnej konfiguracji.

W zasadzie jest to komparator, czyli układ porównujący bieżące napięcie zasilające z napięciem wzorcowym. Napięciem wzorcowym jest w tym wypadku napięcie przewodzenia czerwonej diody LED – D1. Jak wiadomo, napięcie to zmienia się w niewielkim stopniu, nawet przy znacznych zmianach prądu przewodzenia.

Napięcie wzorcowe podawane jest na wejście nieodwracające wzmacniacza operacyjnego.

Na drugie wejście tego wzmacniacza podawane jest napięcie z suwaka potencjometru PR1, które jest wprost proporcjonalne do napięcia zasilającego.

Wzmacniacz jest objęty podwójną pętlą sprzężenia zwrotnego. Osoby obeznane ze wzmacniaczami operacyjnymi mogą zacząć rwać sobie włosy (lub resztki włosów) z głowy, bo obwody sprzężenia zwrotnego są delikatnie mówiąc – niecodzienne.

Jak słusznie należy przypuszczać, pokazany układ w pewnym zakresie napięć zasilania staje się generatorem. Generator taki odbiega jednak znacznie od typowych książkowych propozycji układowych.

Nie warto chyba jednak wgłębiać się w teoretyczne rozważania.

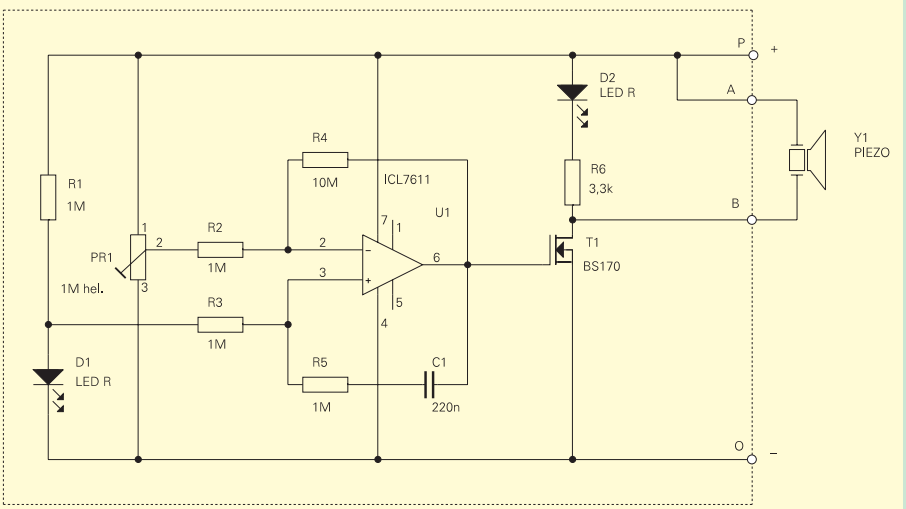
Wystarczy zapoznać się z działaniem układu.

Zakładamy, że napięcie na diodzie LED D1 jest stałe i nie zależy od napięcia zasilającego.

Gdy napięcie zasilania, a tym samym napięcie na suwaku potencjometru PR1, jest odpowiednio duże, na wyjściu wzmacniacza operacyjnego napięcie jest praktycznie równe potencjałowi masy. Tym samym tranzystor T1 jest zatkany, dioda LED D2 – wygaszona, a współpracujący brzęczyk piezo -wyłączony.

Przy obniżaniu napięcia zasilającego, w pewnym momencie napięcie na wyjściu wzmacniacza operacyjnego zacznie wzrastać. W zasadzie, dzięki obecności rezystorów R4 i R3 układ byłby po prostu wzmacniaczem o wzmocnieniu około 10. Tak jednak nie jest wskutek obecności elementów C1, R5 i R3. Elementy te tworzą obwód bardzo silnego dodatniego sprzężenia zwrotnego. Właśnie dzięki tym elementom, po obniżeniu się napięcia poniżej pewnej ustalonej granicy, układ zaczyna generować drgania o częstotliwości około 2Hz. Po obniżeniu się napięcia poniżej granicy ustawionej za pomocą potencjometru PR1, odezwie się brzęczyk i zacznie pulsować dioda D2.

Gdy napięcie zasilania jeszcze bardziej się obniży, układ przestanie generować drgania, i na wyjściu wzmacniacza pojawi się na stałe stan wysoki. Brzęczyki i lampka D2 będą włączone ciągle. Stan taki



Rys. 1.Schemat ideowy

będzie trwał aż do całkowitego wyładowania się baterii.

Jak widać z opisu, potencjometr PR1 umożliwia ustawienie potrzebnego progu napięcia, przy którym układ ostrzegawczy zacznie pulsować. Ze względu na potrzebę zachowania znacznej dokładności, zastosowano tu potencjometr wieloobrotowy – helitrim.

Bardziej zaawansowani konstruktorzy zdziwią się zapewne, widząc na schemacie rezystory o tak dużej wartości. Przyczyna jest prosta – chodzi o zmniejszenie poboru prądu zasilania w spoczynku.

Autorzy artykułu spotkali się już w swojej karierze z układami podobnych sygnalizatorów zużycia baterii, ale większość takich konstrukcji miała zdecydowanie zbyt duży pobór prądu. Obecnie, przy użyciu nowoczesnych podzespołów można zbudować złożone układy, pobierające kilka miliamperów prądu. Głupotą byłoby wyposażanie takich urządzeń w układ monitorowania stanu baterii, pobierający mniej więcej tyle samo energii.

Tymczasem układ zbudowany według rysunku 1 pobiera ze źródła zasilania tylko około 25µA prądu!

Jest to niewątpliwy sukces, a wynika on z zastosowania energooszczędnego wzmacniacza operacyjnego wykonanego w technologii CMOS, oraz rezystorów o dużych wartościach.

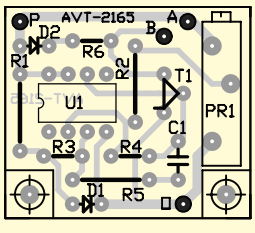
Niektórych może też zdziwić brak w układzie kondensatora filtrującego zasilanie. Nie jest on niezbędny, bo układ dołączony będzie wprost do zacisków baterii, a więc źródła o małym oporze wewnętrznym. Zastosowany wzmacniacz operacyjny nie należy do najszybszych, więc tym bardziej brak kondensatora filtrującego nie spowoduje sensacji.

Montaż i uruchomienie

Montaż układu pokazanego na rysunku 1 z łatwością można wykonać na niewielkiej płyteczce, pokazanej na rysunku 2. Kolejność montażu jest dowolna.

Układ CMOS jest dość delikatny, więc tym razem można zastosować podstawkę, i układ scalony włożyć do niej na samym końcu, po zmontowaniu wszystkich pozostałych elementów.

Zmontowany układ należy sprawdzić i wyregulować.



Rys. 2. Schemat montażowy

Zastosowany układ scalony ma niewielkie, jak na wzmacniacze operacyjne, dopuszczalne napięcie zasilania, dlatego układ nie powinien pracować przy napięciach większych niż 15V.

W praktyce wyregulowanie układu jest bardzo proste, niezależnie od potrzebnego progu zadziałania sygnalizatora (w zakresie 3...13V).

Przypuśćmy, że współpracujący układ zasilany jest z bateryjki 9-woltowej typu 6F22, i pracuje poprawnie w zakresie napięć 7,5...10V. Opisane zabezpieczenie trzeba tak wyregulować, by sygnalizowało obniżenie się napięcia zasilania poniżej 7,5V.

Wystarczy w tym celu ustawić napięcie wyjściowe jakiegokolwiek regulowanego zasilacza na wartość 7,5V, a następnie ustawić potencjometr PR1 na progu działania układu. To wszystko!

Dla pewności można jeszcze sprawdzić działanie układu w pełnym zakresie napięć od 0...10V.

W egzemplarzu modelowym pokazanym na fotografii przeprowadzono próby i ustawiono napięcia zadziałania sygnalizatora inne niż 7,5V.

W jednej pozycji suwaka potencjometru PR1 układ „był cicho" przy napięciu zasilającym większym niż 10,5V. W zakresie 6,3V...10,5V sygnał był przerywany, a dla napięć poniżej 6,3V sygnał dźwiękowy i świecenie diody D2 były ciągłe. Dopiero przy napięciu zasilania wynoszącym 1,7V układ milkł całkowicie.

W drugim ustawieniu potencjometru PR1 (do współpracy z baterią 6V), układ „był cicho" przy napięciu zasilającym powyżej 4V. W zakresie 3...4V sygnał był przerywany, a w zakresie 1,7V...3V – ciągły.

Możliwości zmian

Układ w postaci pokazanej na rysunkach i fotografiach doskonale spełni swoje zadanie w ogromnej większości praktycznych zastosowań.

Wykaz elementów

Rezystory
R1, R2, R3, R5: 1MΩ
R4: 10MΩ
R6: 3,3kΩ
PR1: 1MΩ helitrim

Kondensatory
C1: 220nF

Półprzewodniki
D1, D2: LED R 3mm
T1: BS170
U1: ICL7611 (lub TLC271)

Pozostałe
Y1: buzzer piezo z generatorem
podstawka 8-pin

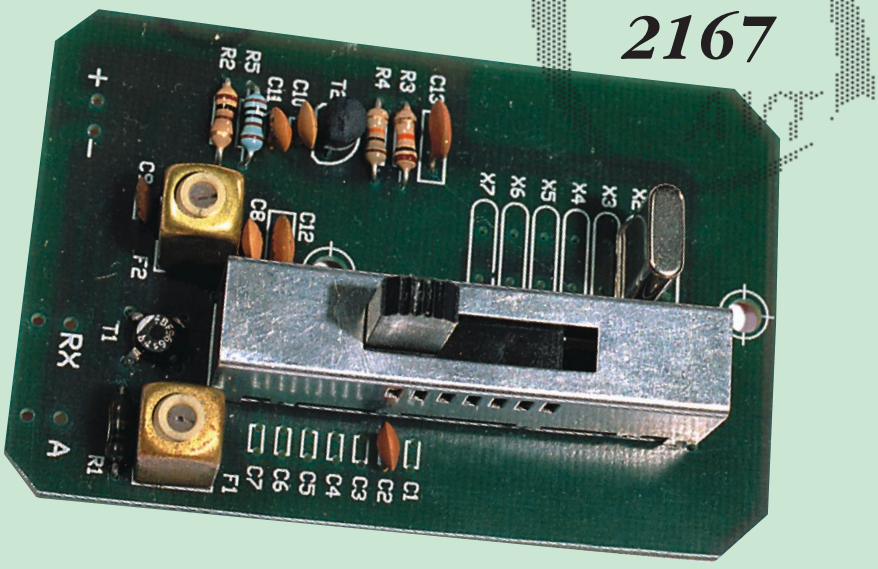
Przy rozpatrywaniu działania układu założono, że napięcie diody D1 jest stałe. W rzeczywistości tak nie jest. Napięcie to zmienia się nieco wraz z napięciem zasilania. Ale to akurat zupełnie nie ma znaczenia.

W pewnych rzadkich przypadkach może natomiast mieć znaczenie stabilność cieplna tego napięcia. Jak wiadomo, napięcie przewodzenia diod LED (podobnie jak zwykłych diod krzemowych) zmniejsza się o około 2mV przy wzroście temperatury o 1°C. Gdyby wyjątkowo potrzebna była lepsza stabilność, można w roli źródła napięcia wzorcowego, zamiast diody LED zastosować precyzyjne źródło w postaci choćby układu scalonego LM385-1,2V. Wtedy trzeba będzie nieco zmniejszyć wartość rezystora R1, bo układ ten wymaga przepływu prądu o wartości przynajmniej 20µA.

Osoby lubiące eksperymentować mogą spróbować zmienić wartości elementów C1 oraz R2...R5, mierząc uzyskane zakresy pulsacyjnej pracy układu. Z punktu widzenia praktycznej przydatności nie ma to żadnego znaczenia, ale dociekliwi poznają w ten sposób wzajemne współdziałanie i zależności między oboma obwodami sprzężenia zwrotnego oraz poznają możliwości wykorzystania w innych sytuacjach takiego zupełnie nietypowego generatora.

Piotr Górecki
Zbigniew Orłowski

Konwerter KF/80m



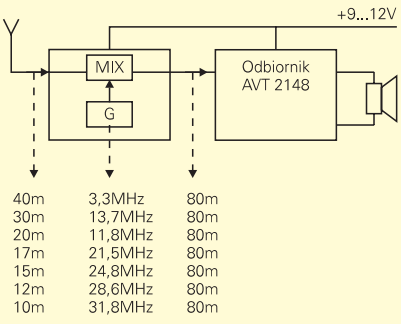
Do czego to służy?

Tak się składa, że najczęściej początkujący radioamatorzy budują odbiorniki nasłuchowe CW-SSB na najpopularniejsze pasmo amatorskie, czyli 80m. Również i na naszych łamach był opisany taki odbiornik (w EDW 7/97) jako kit AVT 2148. W urządzeniu wykorzystano układ scalony TDA 1072, który z uwagi na niską częstotliwość pracy nie może być wykorzystywany na wyższych pasmach amatorskich. W przypadku posiadania takiego lub innej konstrukcji jednopasmowego odbiornika nasłuchowego istnieje możliwość dołączenia do niego specjalnej przystawki (konwertera), umożliwiającej odbiór również innych interesujących zakresów pasm (40m, 30m, 20m, 17m, 15m, 12m, 10m).

Poniżej opisany układ był wykorzystywany do odbioru pasma 20m na zakresie 80m, ale nic nie stoi na przeszkodzie, aby uzupełnić urządzenie o kolejne rezonatory kwarcowe i odbierać inne interesujące zakresy pasm, tym bardziej, że płytka drukowana jest do tego już przystosowana. Proponowany układ jest na tyle uniwersalny, że również użytkownicy CB–radia z emisjami SSB, CW mogą wykonać sobie konwerter, który umożliwi im nasłuch stacji amatorskich, pracujących w zakresie 160m...12m.

Jak to działa?

Konwertery to układy dodatkowej wstępnej przemiany częstotliwości, dzięki której można odbierać inne zakresy fal przy pomocy posiadanego odbiornika. Opisany poniżej konwerter – w zależności od zastosowanych rezonatorów – może być zestrojony na 7 wybranych zakresów częstotliwości. Schemat blokowy przykładowego konwertera przedstawiono na rysunku 1. Na rysunku 2 przedstawiono schemat ideowy proponowanego konwertera. W skład urządzenia wchodzi wejściowy układ filtrujący w postaci pojedynczego filtru LC, mieszacza w.cz. na tranzystorze MOSFET typu BF 966 (T1) z wyjściowym filtrem LC zestrojonym w pasmie 80m oraz generator kwarcowy z tranzystorem bipolarnym T2 -BF199. Mieszacz pracuje w ten sposób, że na pierwszą bramkę tranzystora T1 podany jest odfiltrowany sygnał w.cz. z anteny, zaś na drugą bramkę sygnał z generatora o takiej częstotliwości, aby wyjściowy sygnał zawierał się w zakresie 3,5...3,8MHz.



Rys. 1 Schemat blokowy konwertera

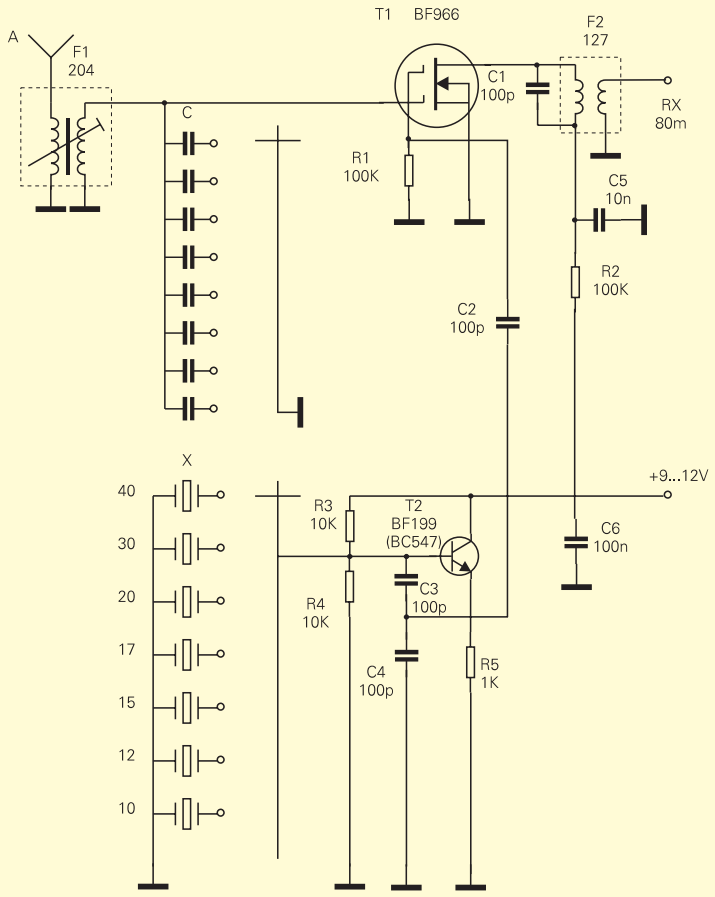
W celu uproszczenia konstrukcji w obwodzie wejściowym jest przełączana tylko pojemność współpracująca z niezmienianą indukcyjnością 1μH, w celu uzyskania rezonansu w okolicach środka danego pasma. Równocześnie ze zmianą pojemności obwodu LC jest dołączany inny rezonator kwarcowy X w układzie wejściowym generatora. Dodatnie sprzężenie zwrotne, niezbędne do wzbudzenia układu zapewnia dzielnik pojemnościowy C1 C2.

Łatwo zauważyć, że generator kwarcowy może pracować na częstotliwości większej lub mniejszej od częstotliwości odbieranej.

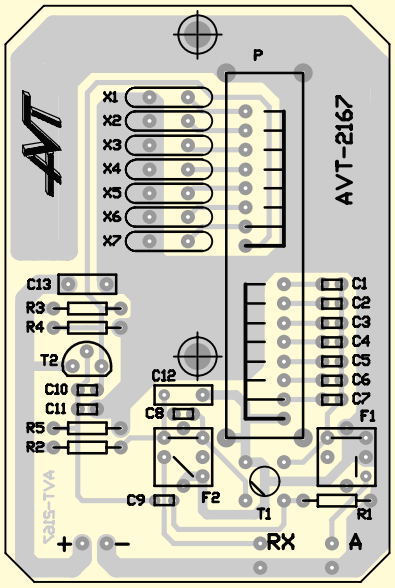
Wybór jednak nie jest obojętny, jeśli nasz odbiornik nie jest wyposażony w przełącznik wstęgi bocznej. Wyjaśnijmy to nieco dokładniej.

Dla przykładu, jeśli posiadamy odbiornik AVT–2148 przystosowany do pracy SSB w pasmie 3,5...3,8MHz i dolnej wstęgi bocznej, to nie jest obojętne, czy generator będzie zawierał rezonator kwarcowy o częstotliwości 10,5MHz czy 17,5MHz (w obydwu przypadkach odbiornik teoretycznie będzie odbierał zakres częstotliwości 14,0...14,3MHz). Przy zastosowaniu rezonatora 10,5MHz czytelny odbiór jednak nie będzie możliwy; w głośniku będziemy odbierali resztki stłumionej wstęgi bocznej, a więc nic nie znaczący „bełkot". Dlaczego? Pamiętajmy, że jeżeli od częstotliwości generatora odejmujemy częstotliwość wejściową, to w efekcie uzyskamy odwrócenie wstęgi odbieranego sygnału SSB (przy mieszaniu sumacyjnym nie następuje odwrócenie wstęgi). Jak wiadomo, stacje krótkofalarskie pracują w zakresie do 10MHz dolną wstęgą boczną (LSB), a powyżej 10MHz górną wstęgą boczną (USB). Z reguły odbiorniki fabryczne (również radiotelefony CB, pracujące emisją SSB) posiadają przełącznik wstęg

Pasmo [m]	Fwe [MHz]	X [MHz]	C [pF]
40	7,0-7,1 10,5	3,3	470
30	10,1-10,15	13,7	220
20	14,0-14,35	17,8	120
17	18,068-18,168	21,6	68
15	21,0-21,45	24,8	56
12	24,893-24,990	28,6	42
10	28,0-29,7	31,8	33



Rys. 2. Schemat ideowy



Rys. 3. Schemat montażowy

Wykaz elementów

Rezystory
R1: 100kΩ
R2: 100Ω
R3, R4: 10kΩ
R5: 1kΩ

Kondensatory
C1, C, C3, C4: 100pF
C5, C6: 100nF
C: patrz tabela

Tranzystory
T1: BF 966
T2: BF 199 (BC547)

Pozostałe
F1: 204
F2: 127
X: patrz tabela
P: PZD7

LSB/USB i wtedy taki sposób przemiany nie ma większego znaczenia, bo możemy zawsze odwrócić wstęgę na tę czytelną.

Montaż i uruchomienie

Cały układ konwertera zmontowano na płytce drukowanej (wkładka wewnątrz pisma) według rysunku 3. Do przełączania zakresów użyto suwakowego przełącznika do druku typu PZD7 produkcji ZES GNIEW. Jako filtry zastosowano popularne obwody 7x7 (F1-204, F2-127). Oczywiście można użyć innych cewek o zbliżonych indukcyjnościach po przystosowaniu płytki drukowanej do innych wyprowadzeń.

Zakresy częstotliwości konwertera wraz z niezbędnymi elementami: wartościami kondensatorów C i rezonatorów X, zestawiono w tablicy.

Brakuje w niej najniższego pasma amatorskiego, to znaczy 160m (1,81-1,98MHz), ale ten zakres można osiągnąć za pośrednictwem odbiornika 80m po obniżeniu częstotliwości filtrów poprzez dołączanie dobranych wartości kondensatorów (270...330pF).

Strojenie układu w każdym przypadku ogranicza się do ustawienia rdzenia filtru F2 oraz wartości kondensatorów C na największą siłę odbieranego sygnału. Obwód wyjściowy powinien być zestrojny na środek danego pasma lub na interesujący akurat jego wycinek. Największy problem może stanowić zdobycie odpowiednich rezonatorów kwarcowych, ale przy ustawieniu zakresu przestrajania odbiornika w szerszym zakresie niż pierwotnie to proponowano (np. na zakres 3,2...4,0MHz) można dobrać potrzebne rezonatory, a wtedy także uzyskamy pokrycie całych zakresów pasma.

Również po niewielkich zmianach przedstawiony konwerter może być wykorzystany do radiotelefonu CB. W tym celu należy przeliczyć sobie wartości rezonatorów kwarcowych oraz wymienić obwód F2 również na numer 204 i zestroić na środek pasma CB. Celowo nie podajemy wartości rezonatorów, ponieważ spotykane radiotelefony z CB z emisją SSB mają różne zakresy. Użytkowany przez pewien czas konwerter KF/CB autor ocenia bardzo pozytywnie.

Ważne jest, aby konwerter po zestrojeniu był zaekranowany. Chodzi o to, aby sygnał nie przedostawał się z anteny czy obwodów zasilania na wejście odbiornika. Przewód łączący wyjście konwertera z wejściem odbiornika powinien być ekranowany i możliwie jak najkrótszy.

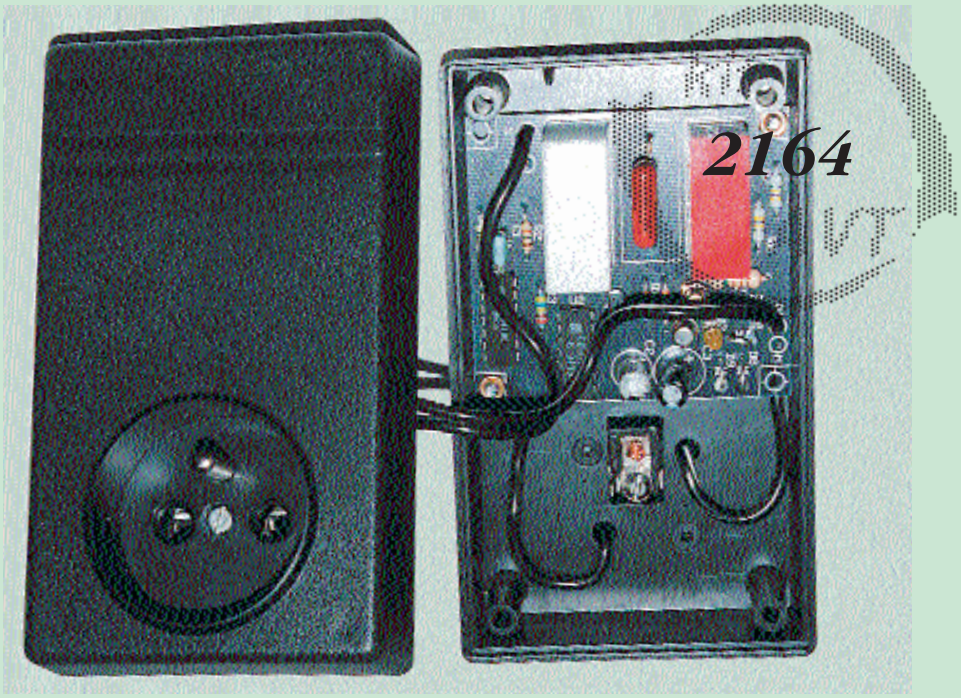
Oczywiście konwerter powinien mieć dołączoną do gniazda A odpowiednią antenę KF, najwygodniej szerokopasmową.

Andrzej Janeczek

Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w sieci handlowej AVT jako „kit szkolny" AVT-2167.

Symulator obecności domowników

* włączanie i wyłączanie przekaźnika w nieregularnym rytmie
* prosta budowa
* niski koszt elementów
* trwała i estetyczna obudowa



Do czego to służy?

Jedno z zadań postawionych jakiś czas temu w Szkole Konstruktorów polegało na zaprojektowaniu urządzenia lub systemu, który po zapadnięciu zmroku stwarzałby wrażenie, że pusty dom (lub mieszkanie w bloku) jest jednak zamieszkany, i tym samym odstraszało ewentualnego włamywacza.

Wykonanie dużego systemu włączającego w nieregularnych odstępach czasu światło i niektóre urządzenia elektryczne, wcale nie jest jednak łatwym zadaniem. Problemem jest nie tyle samo sterowanie, bo można tu wykorzystać jakikolwiek komputer czy nawet pamięć EPROM, co raczej sposób rozesłania sygnałów sterujących do poszczególnych pomieszczeń.

Dlatego w wielu przypadkach praktyczniejszym i znacznie prostszym rozwiązaniem będzie wykorzystanie kilku niezależnych małych symulatorów, czyli układów włączających w nieregularnych odstępach czasu jeden odbiornik: lampę, telewizor, radio, itp. Zastosowanie kilku takich sterowników w dwóch, trzech pomieszczeniach da zewnętrznemu obserwatorowi wrażenie, że w mieszkaniu są domownicy.

Opisany dalej prościutki układ jest takim prostym symulatorem. Włączanie i wyłączanie przekaźnika następuje w pseudoprzypadkowych odstępach czasu. Lampa albo odbiornik radiowy bądź telewizyjny będą włączane w nieregularnym rytmie, mającym zmylić ewentualnego włamywacza.

Jak to działa?

Schemat ideowy układu symulatora jest pokazany na rysunku 1. Kluczową rolę w wytwarzaniu impulsów różnej długości mają układ czasowy CMOS 4541 oraz prosty dwubitowy licznik zrealizowany z użyciem przerzutników typu D z kostki CMOS 4013.

Ponieważ przerzutniki 4013 zmieniają swój stan podczas rosnącego zbocza na wejściu zegarowym CLK, przebiegi na wyjściach Q obu przerzutników byłyby takie, jak pokazuje rysunek 2.

Układ czasowy 4541 pracuje jako generator – na wyjściu Q tego generatora pojawia się przebieg prostokątny. Okres tego przebiegu zależy od elementów R1C1 oscylatora (Tosc = 2,3 R1C1) oraz od stopnia podziału wewnętrznego licznika kostki 4541. Stopień podziału programowany jest poziomami logicznymi, podawanymi na wejścia oznaczone A i B (nóżki 12 i 13) według tabeli:

A	B	stopień podziału	licznik dzieli przez:
L	L	13	2^{13} czyli 8192
L	H	10	2^{10} czyli 1024
H	L	8	2^{8} czyli 256
H	H	16	2^{16} czyli 65536

A więc w zależności od stanów na wejściach A i B, na wyjściu Q kostki U1 będą pojawiać się impulsy o różnej długości. Najkrótszy będzie gdy A=H, B=L, a najdłuższy, gdy A=B=H.

Stany na wejściach programujących A i B wyznaczone są stanami na wyjściach licznika zbudowanego z przerzutników kostki U2. W zasadzie są to przerzutniki typu D, ale dzięki połączeniu wyjść Q\ z wejściami D uzyskano dwa przerzutniki T, czyli dwie dwójki liczące.

Ponieważ jednak sygnały z wyjść przerzutników są doprowadzone do wejść programujących A i B układu U1, kolejne impulsy, wytwarzane przez układ 4541 nie będą równe, jak sugerowałby rysunek 2. W rzeczywistości pełny cykl pracy licznika U2 będzie wyglądać tak, jak pokazano na rysunku 3:

– stan wysoki przez 32768 taktów oscylatora
– stan niski – 32768 taktów
– stan wysoki – 512 taktów
– stan niski – 512 taktów
– stan wysoki – 128 taktów
– stan niski – 128 taktów
– stan wysoki – 4096 taktów
– stan niski – 4096 taktów

a potem znów od początku.

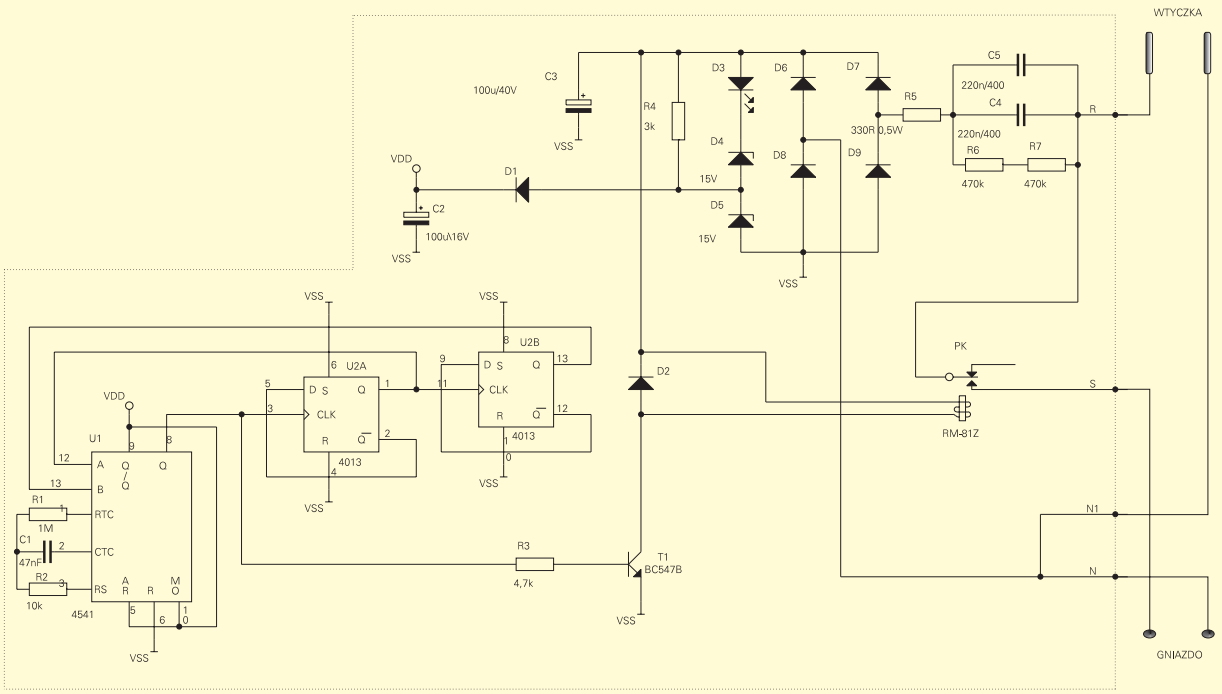
Pełny cykl pracy licznika U2 będzie więc trwał przez 75008 taktów oscylatora.

Przebieg z wyjścia Q kostki U1 (górny przebieg z rysunku 3) podawany jest przez rezystor R3 na tranzystor T1. Stan wysoki na tym wyjściu włącza za pośrednictwem tranzystora T1, przekaźnik wykonawczy K1.

Przekaźnik wykonawczy włączany więc będzie w pewnym nieregularnym rytmie.

W praktyce interesuje nas najkrótszy okres przebiegu na wyjściu Q układu U1 (czyli ten najkrótszy czas włączenia przekaźnika), który uzyskuje się przy A=H, B=L. Nie może on być zbyt krótki – na pewno bez sensu byłoby ustalić ten czas krótszy niż 1 sekundę, nawet w przypadku, gdyby układ przeznaczony był do sterowania pracą

Uwaga!
W urządzeniu występują napięcia mogące stanowić śmiertelne zagrożenie dla życia! Osoby niepełnoletnie mogą wykonać i uruchomić opisany układ tylko pod opieką wykwalifikowanych osób dorosłych.



Rys. 1. Schemat ideowy

lampy. Wewnętrzny licznik dzieli wtedy częstotliwość oscylatora przez 256. Przez połowę tego czasu na wyjściu Q występuje stan niski, przez połowę – wysoki.

A więc czas trwania najkrótszego (dodatniego) impulsu na wyjściu Q wynosi mniej więcej:

T_{128} = 2,3 * R1 * C1 * 128 300 * R1 * C1

Tu widać pierwszy warunek: stała czasowa elementów R1C1 oscylatora nie może być mniejsza niż:

R1 * C1 > 0,0033 [sekundy]

Jeśli czas najkrótszego impulsu wyniesie 1 sekundę, to dłuższe impulsy będą trwać odpowiednio:

4 sekundy,

31 sekund,

4 minuty 9 sekund.

A całkowity czas cyklu licznika U2 (równy 75008 taktów oscylatora) wyniesie:

Tcyklu = 75008 * 7,6ms = 570sekund = =9,5 minuty

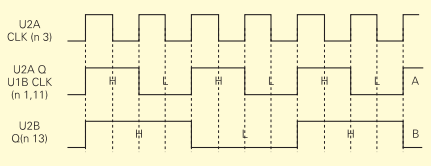
Tylko 9,5 minuty!? W większości przypadków jest to czas zbyt krótki i trzeba raczej zwiększyć czas trwania pełnego cyklu, przynajmniej do 20...30 minut, a nawet więcej. Nie można jednak przesadzać ze zwiększaniem długości cyklu – nie powinien on trwać dłużej niż 2...3 godziny, bo zmiany będą następować zbyt rzadko, jak na jeden wieczór.

Elementy podane w wykazie spełniają ten warunek.

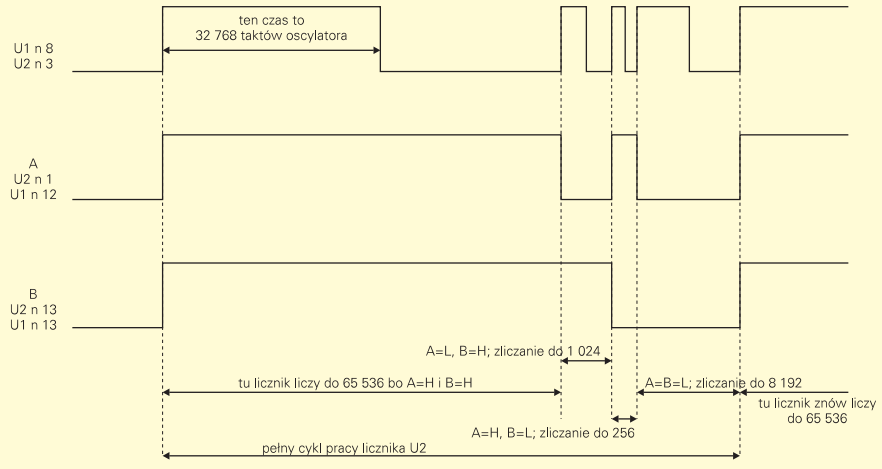
W każdym razie stałą czasową R1C1 można dobrać we własnym zakresie według potrzeb (w praktyce należy zmieniać pojemność kondensatora C1, a rezystancja R1 powinna mieć wartość 1MΩ).

Pozostała część układu pokazanego na rysunku 1 to zasilacz beztransformatorowy. Głównym elementem tego zasilacza są kondensatory ograniczające prąd C4 i C5. Nie mogą to być jakiekolwiek, przypadkowe kondensatory. Należy zastosować albo kondensatory polipropylenowe na napięcie 400V (krajowe KMP), albo kondensatory poliestrowe na napięcie 630V (krajowe MKSE). Na pewno nie mogą to być popularne kondensatory poliestrowe na napięcie nominalne 250V – te 250V dotyczy prądu stałego i kondensatory takie nie mogą pracować przy napięciu zmiennym większym niż 160V!

Rezystor R5 jest niezbędny, aby ograniczyć maksymalną wartość prądu, jaki wystąpi w pierwszej chwili po włączeniu do sieci w przypadku, gdy akurat chwilowa wartość napięcia sieciowego jest największa i przekracza 300V. Tak samo potrzebne są rezystory R6 i R7. Ich zadaniem jest rozładować kondensatory C5 i C6 po odłączeniu napięcia sieci. Bez tych rezystorów kondensatory te mogłyby pozostać przez długi czas naładowane, nawet do pełnego napięcia sieci. Późniejsze dotknięcie wyprowadzeń wtyczki



Rys. 2. Przebiegi licznika dwubitowego z układu 4013



Rys. 3. Rzeczywiste przebiegi w układzie licznika

przez kogokolwiek mogłoby się więc skończyć nieprzyjemnym wstrząsem. Zastosowano dwa połączone szeregowo rezystory tylko dlatego, że miniaturowe oporniki mają często dopuszczalne napięcie pracy tylko 150...200V, a szczytowe napięcie sieci wynosi ponad 300V.

W zasilaczu na uwagę zasługuje jeszcze obwód z diodami D3...D5.

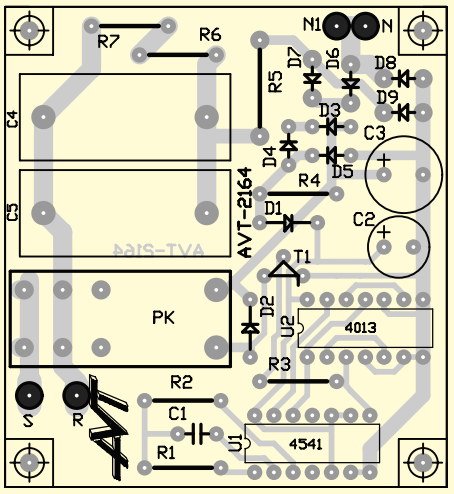
W momencie, gdy tranzystor nie przewodzi i gdy przekaźnik jest wyłączony, układy scalone pobierają bardzo mały prąd, rzędu mikroamperów. Diody Zenera są konieczne, by napięcie zasilające układ nie wzrosło wtedy powyżej dopuszczalnych wartości. Ponieważ układy CMOS nie powinny być zasilane napięciem powyżej 18V, zastosowano swego rodzaju „odczep" z diody D5.

W każdym razie, w czasie, gdy przekaźnik nie pracuje, napięcie na kondensatorze C3 wzrasta do wartości wyznaczonej przez szeregowo połączone D3...D5, czyli do ponad 30V. Oczywiście świeci wtedy dioda LED D3.

Celowo zastosowano kondensator C3 o stosunkowo dużej wartości (100µF). Zgromadzona w nim energia z zapasem wystarczy do tego, by w chwili najbliższego włączenia tranzystora T1, przekaźnik K1 o napięciu nominalnym 24V zadziałał. W momencie zadziałania, przez przekaźnik zaczyna płynąć prąd. Wydajność prądowa zasilacza (wyznaczona przez reaktancję kondensatorów C4 i C5) okazuje się wtedy za mała dla utrzymania na przekaźniku napięcia 24V i napięcie na kondensatorze C3 spada, nawet poniżej 20V (także prąd jest mniejszy od prądu zadziałania przekaźnika). Zupełnie to nie przeszkadza w pracy przekaźnika, bo przecież jak wiadomo, do podtrzymania przekaźnika wystarczyłby prąd jeszcze mniejszy. W tym miejscu widać sens zastosowania diody D1, rezystora R4 i oddzielnego kondensatora C2. Ponieważ teraz przekaźnik przejmuje prąd zasilacza, przez diody D3 i D4 na pewno nie płynie już prąd i dioda D3 gaśnie. Prąd zasilania układów scalonych i prąd bazy tranzystora T1 dostarcza teraz rezystor R4. Ponieważ prąd bazy tranzystora T1 jest znaczny, w praktyce nie przewodzi też dioda Zenera D5.

Jeśli jednak w układzie zamiast tranzystora bipolarnego, byłby zastosowany tranzystor MOSFET (np. BS170), wtedy całkowity prąd zasilania kostek U1 i U2 wynosiłby poniżej 100µA i przez diodę D5 płynąłby prąd także w czasie przewodzenia tranzystora – wartość rezystora R4 można wtedy zwiększyć do 10kΩ.

Opisany sposób sterowania przekaźnika może znaleźć zastosowanie w wielu różnych układach. Aby przekaźnik złapał, należy zastosować kondensator o znacznej pojemności, naładowany do napięcia znacznie przekraczającego napięcie nominalne przekaźnika. Energia zgromadzona w kondensatorze musi wystarczyć do zadziałania przekaźnika. Potem do podtrzymania, wystarczy prąd rzędu 20...30% prądu nominalnego przekaźnika. Dla wypróbowania takiej możliwości można przeprowadzić eksperymenty (zachowując daleko posuniętą ostrożność), stosując diody D4 i D5 na jeszcze wyższe napięcie, kondensator C3 o różnej pojemności i kondensatory C4,C5 o mniejszej wartości niż 440nF.



Rys. 4. Schemat montażowy

Montaż i uruchomienie

Montaż układu symulatora jest bardzo prosty i można go wykonać na płytce pokazanej na rysunku 4. Montaż jest klasyczny – należy zacząć od elementów najmniejszych, a układy scalone wlutować na końcu.

Układ zbudowany ze sprawnych elementów nie wymaga żadnego uruchomiania i od razu powinien pracować poprawnie.

Ponieważ układ zasilany jest wprost z sieci, tym razem przed jakimikolwiek próbami jego włączenia do sieci należy umieścić go w obudowie. Płytka została przewidziana do umieszczenia w obudowie firmy Kradex o symbolu Z-27. W każdym razie pierwsze włączenie układu należy przeprowadzić, gdy urządzenie będzie w pełni zmontowane i umieszczone w obudowie.

Jeśli ktoś chce, może na początek dla sprawdzenia wlutować kondensator 1...4,7nF zamiast docelowego kondensatora C1 o pojemności 47nF. Pozwoli to szybko sprawdzić, czy układ będzie pracował prawidłowo.

W przypadku jakichkolwiek kłopotów z działaniem układu należy w pierwszej kolejności sprawdzić poprawność montażu. Natomiast próby zmierzenia napięć, a w szczególności obejrzenia przebiegów za pomocą oscyloskopu należy przeprowadzać tylko w ostateczności, mając świadomość, że masa układu jest bezpośrednio połączona z jednym z przewodów sieci energetycznej. Z prawdopodobieństwem 50% będzie to przewód fazowy. W takim przypadku na elementach układu wystąpi pełne napięcie sieci 220V. Nie trzeba nikogo przekonywać, że przy braku rozwagi i ostrożności dotknięcie układu może się zakończyć tragicznie.

Użytkowanie symulatora jest bardzo proste: przed wyjściem z domu wkładany wtyczkę lampki nocnej do gniazda symulatora, a sam symulator wtykamy do gniazda sieciowego. Symulator od razu zacznie pracę.

W praktyce, dla pewności należy umieścić w dwóch lub trzech pomieszczeniach dwa lub trzy takie symulatory, sterujące różnymi odbiornikami. Każdy taki symulator powinien mieć odmienny czas cyklu, co można łatwo osiągnąć stosując różne wartości C1 (od 10nF do 220nF). Jeśli symulatory sterowałyby pracą lamp, trzeba także pozostawić włączoną na stałe jedną lampę, żeby uniknąć sytuacji, gdy wszystkie światła sterowane przez symulatory będą wyłączone.

Piotr Górecki
Zbigniew Orłowski

Wykaz elementów

Rezystory
- R1: 1MΩ
- R2: 10kΩ
- R3: 4,7kΩ
- R4: 3kΩ
- R5: 330W 0,5Ω
- R6,R7: 470kΩ

Kondensatory
- C1: 47nF
- C2: 100µF\16V (elektrolityczny)
- C3: 100µF\40V (elektrolityczny)
- C5,C4: KMP-10 220nF\400V lub MKSE-018(020) 220nF/630V

Półprzewodniki
- D1,D2: 1N4148
- D3: LED ziel. 3mm
- D4,D5: dioda Zenera 15V
- D6,D7,D8,D9: 1N4001...7
- T1: BC547B
- U1: CMOS 4541
- U2: CMOS 4013

Różne
- PK: RM-81 24V
- obudowa Kradex Z-27
- płytka drukowana wg rysunku 4

Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w sieci handlowej AVT jako „kit szkolny" AVT-2164.

Przetwornice impulsowe

Znowu o cewkach

Przed dwoma miesiącami katowałem cię liczbami zespolonymi. Wiem, że jest to temat znienawidzony przez uczniów i studentów. Jeśli akurat jesteś uczniem lub studentem, nie ma rady, musisz niestety przebić się przez to zagadnienie. Jeśli nie, dobrze byś choć z grubsza rozumiał ten temat. Jeśli zechcesz, jeszcze do wykorzystania liczb zespolonych w elektronice powrócimy (napisz do mnie, jeśli masz jakieś spostrzeżenia na ten temat), a dziś sięgamy do rozpoczętego przed kilku miesiącami tematu cewek.

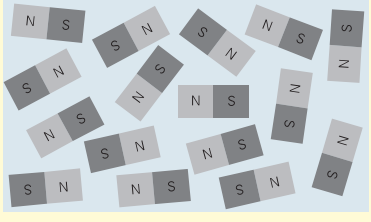
Temat cewek rozciągnął się nam jak dobrej jakości guma do żucie. W niniejszym materiale podejdziemy do cewek trochę z innej strony. Zajmiemy się pewnym ważnym wycinkiem szerokiego zagadnienia – spróbuję łagodnie wprowadzić cię w temat zasilaczy i przetwornic impulsowych – temat, który powszechnie uważany jest za potwornie trudny.

Obiecuję, że będę w miarę możliwości unikał wzorów, a maksymalnie opierał się na intuicji. Schematy i niezbędne wzory podam ci później.

Na początek spróbuję zapoznać się z ogólnym zarysem zagadnienia i przypomnieć uproszczony model budowy materiału (ferro)magnetycznego. Zaczynamy.

Magnesiki i sprężynki

Zazwyczaj wyobrażamy sobie, że materiał magnetyczny rdzenia składa się z elementarnych, miniaturowych magnesików. W stanie spoczynku te elementarne magnesiki są nieuporządkowane, ich kierunki są przypadkowe, a ich pola się znoszą – zobacz rysunek 1a. W konsekwencji materiał nie ma właściwości magnesu trwałego, czyli nie wytwarza pola magnetycznego i nie przyciąga przedmiotów metalowych.



Rys. 1a. Magnesy nieuporządkowane

Jeśli jednak taki rdzeń umieścimy w polu magnetycznym (wytwarzanym przez magnes trwały, albo przez cewkę przez którą płynie prąd), to elementarne magnesiki rdzenia ustawią się w jednym kierunku, powiedzmy wzdłuż linii sił pola magnetycznego – zobacz rysunek 1b.

Chciałbym ci teraz zwrócić uwagę na ważną sprawę, którą musisz przyjąć bez dowodu czy uzasadnienia.

Może będziesz zaskoczony takim ujęciem, ale na razie nie protestuj – takie podejście znakomicie uprości nam pewne dalsze rozważania.

Uważaj! Przepływ prądu elektrycznego przez uzwojenie cewki nie jest sam w sobie źródłem pola magnetycznego. Jest to tylko jakby czynnik pośredni, wymuszający. Natomiast „prawdziwym" źródłem pola są elementarne magnesiki rdzenia. Pola wytwarzane przez poszczególne magnesiki się zawsze dodają. Gdy magnesiki ustawione są chaotycznie, czyli w różnych kierunkach, ich elementarne pola się znoszą. Gdy są uporządkowane w jednym kierunku – pole jest wyraźne i silne. Stopień magnetyzacji materiału jest więc miarą uporządkowania magnesików.

Po zaniku zewnętrznego pola magnetycznego zdecydowana większość elementarnych magnesików znów powróci do wcześniejszych przypadkowych pozycji, niektóre jednak nie wrócą dokładnie do pozycji początkowej, tylko pozostaną w pozycjach wymuszanych wcześniej przez to pole magnetyczne. W efekcie po jednokrotnym umieszczeniu w silnym polu magnetycznym materiał zostanie częściowo, w niewielkim stopniu namagnesowany. Tak zachowują się materiały używane do budowy rdzeni cewek i dławików – są to tak zwane materiały magnetycznie miękkie. Istnieją też materiały magnetycznie twarde – po silnym namagnesowaniu utrzymują one stan uporządkowania magnesików – są używane do wytwarzania magnesów trwałych. Teraz przy okazji omawiania zasilaczy impulsowych, interesują nas jedynie materiały magnetycznie miękkie.

Rys. 1b. Magnesy uporządkowane

Oczywiście w magnesie trwałym, te elementarne magnesiki są na stałe uporządkowane – wszystkie ustawione są w jednym kierunku, jak na rysunku 1b. Pola wytwarzane przez te magnesiki sumują się, dając w efekcie stałe pole magnetyczne. Magnes trwały przyciąga przedmioty metalowe i przyciąga lub odpycha inne magnesy, zależnie od wzajemnego ustawienia ich biegunów.

Teraz pora, bym ci przedstawił prosty model budowy materiału magnetycznego, ułatwiający zrozumienie sprawy.

Mówiąc wielkim uproszczeniu, ale wystarczającym dla naszych rozważań, możemy sobie wyobrazić, że każdy elementarny magnesik jest „zamocowany" w materiale magnetycznym za pomocą maleńkiej sprężynki, a ponadto przy jego obracaniu występuje tarcie. Ilustruje to rysunek 2a.

Jeśli materiał umieścimy w polu magnetycznym, którego „siła" będzie powoli wzrastać, to nieuporządkowane, chaotycznie skierowane magnesiki zaczną powoli ustawiać się zgodnie z kierunkiem linii sił wymuszającego pola magnetycznego. W końcu, przy odpowiednio silnym

polu magnetycznym, wszystkie magnesiki ustawią się zgodnie w jednym kierunku (zobacz rysunki 1b i 2b). Ponieważ wszystkie magnesiki ustawią się równolegle do siebie, dalsze zwiększanie siły (natężenia) pola nic już nie zmieni – materiał dojdzie do tak zwanego stanu nasycenia.

Ponieważ nasze elementarne magnesiki zamocowane są na sprężynkach, do ich odchylenia od pierwotnego, przypadkowego położenia, potrzebna jest pewna ilość energii. Energia ta jest magazynowana w napiętych sprężynkach, a potem może być oddawana.

Wspomniałem, że przy obracaniu naszych magnesików występuje niewielkie tarcie. A jak wiadomo, przy tarciu praca zamienia się na ciepło. Wszelkie zmiany pola magnetycznego i ustawienia magnesików wiążą się więc ze stratami energii w postaci ciepła. Za chwilę zajmiemy się tym bliżej.

Ale najpierw powróćmy do magazynowania energii.

Jeszcze raz o magazynowaniu energii

Wiesz już, że zarówno kondensator i cewka mogą magazynować energię. Tłumaczyłem ci to w swoich listach z grudnia 96 i stycznia 97. Dziś spróbujemy dokładniej odpowiedzieć na pytanie:

Ile energii można tam zmagazynować? Jaki występują przy tym ograniczenia?

W przypadku kondensatora sprawa jest w miarę prosta. Wzór

$$E = \frac{CU^2}{2}$$

nie pozostawia wątpliwości. Decyduje o tym pojemność kondensatora i napięcie.

Oczywiście mówimy tu o napięciu stałym.

Jak zapewne pamiętasz z innego książkowego wzoru, pojemność jest proporcjonalna do powierzchni okładzin, i do przenikalności dielektryka, a odwrotnie proporcjonalna do odległości między okładkami, czyli grubości dielektryka. Dla uzyskania dużej pojemności (i dużej energii magazynowanej) należałoby jak najbardziej zmniejszać grubość dielektryka.

Stop! Właśnie to jest bariera!

Czym cieńszy dielektryk, tym mniej odporny na przebicie (zniszczenie).

Dopuszczalna, bezpieczna wielkość napięcia wyznaczona jest więc grubością dielektryka – czym grubszy dielektryk, tym wytrzyma wyższe napięcie, ale jednocześnie pojemność kondensatora będzie mała.

O maksymalnej ilości energii, jaką można zgromadzić w kondensatorze decyduje więc w sumie dielektryk.

Przy obecnej tendencji do miniaturyzacji chcielibyśmy magazynować jak najwięcej energii w kondensatorach o jak najmniejszych wymiarach. Niestety, jak już chyba czujesz, występują tu istotne ograniczenie, których nie da się ominąć. Ponieważ występują tu przeciwstawne wymagania, nie ma rozwiązania idealnego.

Nie trzeba tu wchodzić w szczegóły, chodzi o wyciągniecie z tej analogii pewnego wniosku, który przyda się nam przy analizie właściwości cewki. Wyciągnijmy ten bardzo prosty (może nawet zbytnio uproszczony) wniosek:

o maksymalnej ilości energii gromadzonej w kondensatorze decyduje wielkość tego kondensatora, a w sumie ilość i właściwości dielektryka zawartego w tym kondensatorze.

Może jesteś zaskoczony takim sformułowaniem! Nie protestuj jednak, przemyśl to dokładnie i czytaj dalej.

Bierzemy teraz na warsztat cewkę, zbudowaną z pewnej ilości zwojów drutu, nawiniętych na jakimś rdzeniu.

Jak ma się sprawa z energią gromadzoną w cewce?

Wzór:

$$E = \frac{LI^2}{2}$$

pokazuje, że decyduje o tym zarówno indukcyjność cewki, jak i wartość prądu (oczywiście znów chodzi o prąd stały (lub o szczytową wartość prądu zmiennego).

Czy tu sytuacja nie jest lepsza, niż w przypadku kondensatora?

Tam nie można było nadmiernie zwiększać napięcia, bo dielektryk ulegał w końcu przebiciu. A w cewce? Chyba można dowolnie zwiększać wartość prądu? Co najwyżej trzeba będzie nawinąć cewkę grubszym drutem, żeby nie było nadmiernych strat cieplnych wynikających z przepływu prądu przez rezystancję drutu.

I tu mam dla ciebie pytanie testowe: jak sądzisz, czy można bez ograniczeń zwiększać prąd w cewce?

Pomyśl uważnie!

Jeśli odpowiedziałeś, że nie można, masz rację!

Wytłumacz mi teraz, dlaczego nie można zwiększać prądu bez ograniczeń?

Wiesz już?

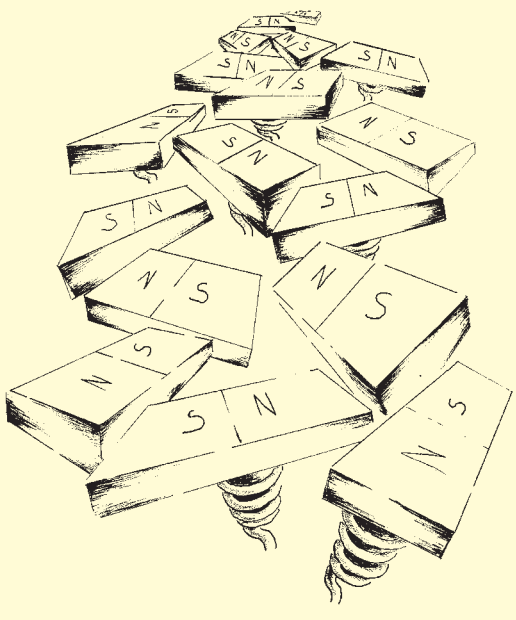
Jeśli odpowiedziałeś: prądu nie można zwiększać, bo...

rdzeń cewki ulegnie uszkodzeniu – trafiłeś kulą w płot!

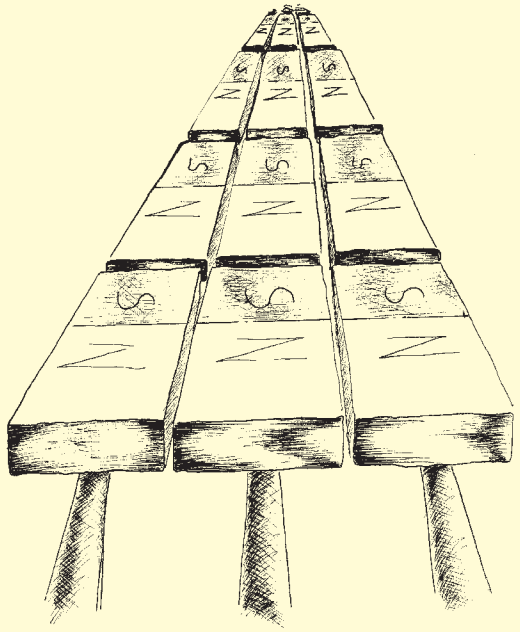
Rzeczywiście, między kondensatorami i cewkami istnieją liczne podobieństwa, ale niestety nie chodzi tu o uszkodzenie rdzenia! W przypadku przepływu przez cewkę prądu stałego, rdzeń raczej ani nie wybuchnie, ani nie pęknie, ani się nie rozsypie..

No to jak jest z tym ograniczeniem? Pomyśl o naszych magnesikach i sprężynkach!

No tak, nie można zapominać, co dzieje się w rdzeniu. Wzór wzorem, ale w naszym modelu energia jest przecież magazynowana „w sprężynkach". Zależnie od tego, czy sprężynki są delikatne, czy silne, w danym rdzeniu można zmagazynować więcej lub mniej energii.



Rys. 2a. Magnesy nieuporządkowane



Rys. 2b. Magnesy uporządkowane

Tu widzisz jak na dłoni, że rzeczywiście, maksymalna ilość energii, jaką może zmagazynować dana cewka, zależy właśnie od parametrów i objętości rdzenia (a właściwie od ilości i siły „sprężynek")!

Nie masz wątpliwości, że ta ilość energii zależy od właściwości rdzenia (pewnie słyszałeś już o takim parametrze, jak przenikalność magnetyczna rdzenia), ale zwróć uwagę, że zależy także właśnie od ilości sprężynek, czyli w sumie od objętości rdzenia.

A wspomniana przenikalność (oznaczana zwykle literką μ) jest po prostu miarą siły owych sprężynek: duża przenikalność – delikatne sprężynki, mała przenikalność – silne sprężynki.

Nie masz chyba wątpliwości, że ten wnioski są prawdziwe. Może mi nawet zarzucisz, że niepotrzebnie nudzę, bo już to dawno wiedziałeś.

Nie denerwuj się. Właśnie tu tkwi istota sprawy i klucz do zrozumienia działania zasilaczy i przetwornic impulsowych.

Wniosek jest istotnie prosty, ale w rzeczywistości podsumowuje on wyliczenia, jakie musielibyśmy przeprowadzić za pomocą licznych wzorów, których sensu, jak znam życie, zupełnie nie rozumiesz. Zauważ, że stosując nasze proste rozumowanie, nie musieliśmy wgłębiać się w zawiłości obliczeniowe. W przeciwnym wypadku musielibyśmy obliczać indukcyjność, natężenie pola magnetycznego, indukcję i strumień magnetyczny, żeby obliczyć prąd maksymalny i gromadzoną maksymalną energię dla cewek o różnej liczbie zwojów.

Do wspomnianych wielkości może wrócimy, ale najpierw chciałbym przygotować grunt twojego umysłu na ich przyjęcie, zrozumienie i zaakceptowanie. To trochę potrwa – okaż cierpliwość.

Na razie podsumujmy:

Teraz wreszcie możesz sobie wyobrazić, co to właściwie znaczy, że w cewce magazynowana jest energia. Energia w rzeczywistości jest magazynowana nie w uzwojeniu, tylko w rdzeniu (w sprężynkach).

Wychodzi na to, że uzwojenie cewki pełni tylko rolę pomocniczą – mówiąc w uproszczeniu służy ono do zamiany prądu na pole magnetyczne i na odwrót. Zajmiemy się tym za chwilę nieco bliżej.

Zauważ, że na razie nie zajmujemy się bliżej indukcyjnością – nie jest to nam potrzebne. Z dotychczasowych rozważań wynika, że wartość indukcyjności ma znaczenie drugorzędne – intuicja podpowiada, że o maksymalnej ilości gromadzonej w cewce energii decyduje wyłącznie rdzeń.

Jeśli bliżej przyjrzysz się wzorowi

$$E = \frac{LI^2}{2}$$

już na pierwszy rzut oka znajdziesz potwierdzenie wysnuwanych wniosków. Przecież już na tak zwane wyczucie widać, że jeśli zwiększysz liczbę zwojów, to siłę potrzebną do „wyprostowania" wszystkich magnesików uzyskasz przy mniejszym prądzie. Z kolei jeśli liczba zwojów, a tym samym indukcyjność cewki będzie mała, to wyprostowanie „magnesików" uzyskasz dopiero przy dużym prądzie.

Jeśli do tego przypomnisz sobie jeszcze szkolny wzór na indukcyjność cewki, gdzie przecież liczba zwojów występuje w drugiej potędze – powyższe wnioski staną się jeszcze bardziej wiarygodne.

Zapamiętaj więc:

O maksymalnej ilości energii, jaką można zgromadzić w danej cewce decyduje rdzeń: jego przenikalność i objętość.

Teraz zrobimy następny krok w stronę zrozumienia pracy przetwornic i zasilaczy impulsowych. Przypomnę ci zjawisko o fundamentalnym znaczeniu dla elektrotechniki i elektroniki.

Napięcia w cewce

Dotychczasowe rozważania nie budzą chyba twoich wątpliwości.

Teraz jednak wróćmy do pytania, co dzieje się w cewce przy zmianach prądu. Przypuszczam, że nigdy nie byłeś i nie jesteś miłośnikiem analiz i obliczeń obwodów magnetycznych. Szczerze mówiąc, ja też, jeśli mogę, to unikam cewek.

Ale o paru podstawowych sprawach musimy pamiętać.

Jeśli przez cewkę płynie prąd stały, elementarne „magnesiki" ustawiają się w jednym kierunku i całość zachowuje się dokładnie tak, jak magnes trwały – wytwarza pole magnetyczne. Możesz to sprawdzić praktycznie, bo zjawisko wykorzystane jest do budowy elektromagnesów.

Chyba jest dla ciebie jasne, że kluczowe znaczenie ma tu prąd płynący przez cewkę: czym większe natężenie prądu, tym bardziej uporządkowane są elementarne magnesiki i tym silniejsze jest wytwarzane przez nie pole magnetyczne.

A napięcie zasilające cewkę?

O, to zależy! Wyraźnie rozdzielmy dwa przypadki:

- sytuacja tuż po włączeniu zasilania, gdy prąd zaczyna rosnąć,
- sytuacja w stanie ustalonym, gdy cewka bardzo długo pozostaje pod napięciem.

Najpierw rozprawimy się z tym drugim przypadkiem.

Może cię tu zaskoczę: w zasadzie w stanie ustalonym, napięcie zasilające zupełnie nie powinno nas obchodzić! Skup się! Mówimy o stanie ustalonym. Napięcie jest potrzebne tylko ze względu na występowanie rezystancji drutu uzwojenia. Uważaj! Jeśli udałoby się stworzyć uzwojenie o zerowej rezystancji (czyli nie występowałyby tam żadne straty energii), wtedy można wykonać coś niesamowitego: wpuścilibyśmy do tego uzwojenia prąd, żeby sobie w kółko w nieskończoność krążył w uzwojeniu i uzyskalibyśmy elektromagnes nie potrzebujący zasilania z wewnątrz! Można powiedzieć, że byłby to nawet swego rodzaju magnes trwały.

Powiem więcej! Coś takiego robi się dziś w praktyce! Czy słyszałeś o nadprzewodzących elektromagnesach (stosowanych na przykład w ośrodkach badawczych fizyki jądrowej do budowy największych akceleratorów)? To jest właśnie to!

Nie myśl jednak, że magnes z nadprzewodzącym uzwojeniem to jakieś perpetuum mobile, gdzie coś uzyskuje się za darmo. Absolutnie nie! Na pewno nie uzyskuje się tam „energii z niczego". Zastosowanie nadprzewodzącego uzwojenia umożliwia jedynie osiągnięcie bardzo dużej wartości prądu, bez szkodliwych efektów ubocznych w postaci wydzielania się ogromnych ilości ciepła strat uzwojenia.

Nie musisz wchodzić w szczegóły, utrwal tylko sobie w głowie nieco uproszczony wniosek: (stałe) pole magnetyczne w rdzeniu cewki zależy jedynie od wartości płynącego prądu, natomiast napięcie zasilania cewki nie gra przy tym żadnej roli.

Czy aby na pewno? Na pewno! Tyle, że dotyczy to warunków statycznych, czyli prądu stałego, niezmiennego w czasie.

Może jeszcze zapytasz: a elektromagnes? Przecież musi on być zasilany jakimś napięciem stałym!

Nie marudź! Z tego co ci do tej pory powiedziałem powinieneś sam wyłuskać odpowiedź, jak to jest z elektromagnesem. Przecież to jest proste: żeby ustawić równolegle wszystkie elementarne magnesiki w rdzeniu elektromagnesu, musisz przez uzwojenie przepuścić określony prąd. Musisz dobrać liczbę zwojów i wartość prądu. Klasyczny elektromagnes rzeczywiście zasilany jest napięciem stałym i o wartości prądu będzie decydować rezystancja uzwojenia. Najprościej mówiąc, jeśli użyjesz grubego drutu (i na karkasie zmieści się stosunkowo niewiele zwojów), otrzymasz elektromagnes do pracy przy małym napięciu zasilania – już przy małym napięciu popłynie duży prąd, który wytworzy odpowiednio silne pole magnetyczne. Z kolei, jeśli zapełnisz karkas cienkim drutem, da ci to wiele zwojów i rezystancja uzwojenia będzie znaczna. Taki elektromagnes zasilisz wyższym napięciem.

Ostatnie rozważania są bardzo uproszczone (może nawet za bardzo), ale chcę ci pokazać, że także w przypadku elektromagnesu właściwości magnetyczne określone są jedynie przez wartość prądu i ilość zwojów, natomiast napięcie zasilania związane jest jedynie z rezystancją uzwojenia i potrzebą wymuszenia w uzwojeniu potrzebnego prądu.

Zapamiętaj więc raz na zawsze, że wartość prądu elektromagnesu jest wyznaczona napięciem zasilania i rezystancją uzwojenia. Nie masz też chyba wątpliwości, że jedynie w pierwszej chwili po włączeniu elektromagnesu, część doprowadzonej mocy służy do namagnesowania rdzenia, czyli do równoległego ustawienia elementarnych magnesików. Potem, gdy to już nastąpi, cała moc pobierana przez działający elektromagnes (P = Uzas x I) jest tracona w postaci ciepła w rezystancji uzwojenia. Moc ta jest po prostu marnowana! W tym miejscu jeszcze raz wspomnę ci o elektromagnesach z uzwojeniem o zerowej rezystancji, zbudowanym z nadprzewodnika – tam dzięki zerowej rezystancji uzwojenia nie występują straty mocy i nie trzeba takiego elektromagnesu ciągle zasilać – wystarczy jednorazowo wzbudzić prąd w zamkniętym uzwojeniu.

W praktyce praktycznie nigdy cewka nie pracuje (nie powinna pracować) w stanie ustalonym czyli stanie nasycenia – jedynym wyjątkiem są elektromagnesy na prąd stały. Choć więc napięcie zasilające w stanie ustalonym w zasadzie nie powinno nas interesować, powinieneś rozumieć tę sprawę. Ale to nie wszystko o napięciach w cewce.

Zjawisko samoindukcji

Przypomnijmy teraz pana Faradaya, który w pierwszej połowie XIX wieku zajmował się elektrycznością i magnetyzmem. Porozmawiajmy o zjawisku, zwanym indukcją elektromagnetyczną.

Właśnie Michael Faraday, jeden z najgenialniejszych uczonych w historii ludzkości, odkrył prawo rządzące zjawiskiem indukcji elektromagnetycznej. Uważaj teraz – jak cię znam, nie pamiętasz tego ze szkoły: jeśli w zmiennym polu magnetycznym umieścimy przewód lub lepiej cewkę, to w tej cewce zaindukuje się napięcie (i popłynie prąd jeśli obwód będzie zamknięty).

Mamy tu dwie wielkości:
– zmianę „siły" pola magnetycznego w czasie
– powstające w cewce napięcie.

Faraday ustalił, że napięcie, a ściślej siła elektromotoryczna, powstająca w obwodzie, jest wprost proporcjonalna do szybkości zmian strumienia magnetycznego, związanego z tym obwodem.

Skoncentruj się! Mówiąc ogólnie, to zmiany pola magnetycznego, a nie sama obecność tego pola, wywołują powstawanie tego napięcia.

Ale przed chwilą wkładałem ci do głowy, że napięcie w cewce nie gra żadnej roli – czy tu nie ma sprzeczności?

Nie ma sprzeczności – o napięciu indukowanym, czyli powstającym w cewce mówimy jedynie w przypadku zmian pola magnetycznego. Przy niezmiennym polu magnetycznym żadne napięcie się nie indukuje.

Ale dlaczego tak szeroko zacząłem ci tłumaczyć sprawę napięć w cewce?

Zaraz się przekonasz!

W przypadku elektromagnesu, rezystancja jego cewki jest tak dobrana, by przy danym napięciu zasilającym przez uzwojenie popłynął taki prąd, który ustawi równolegle wszystkie elementarne magnesiki. Nie ma potrzeby, by ten prąd był większy – zwiększanie prądu już nic nie da, bo wszystkie magnesiki są już ustawione. A ponadto i tak cała moc dostarczana do elektromagnesu jest marnowana w postaci ciepła wydzielającego się w rezystancji uzwojenia.

Inaczej jest w przypadku cewki przeznaczonej do zasilacza impulsowego (przetwornicy). Tu chcielibyśmy zmagazynować w cewce jak najwięcej energii, ale jednocześnie chcielibyśmy zminimalizować straty mocy w rezystancji uzwojenia.

Nic trudnego! Wystarczy nawinąć naszą cewkę odpowiednio grubym drutem. To oczywiście zwiększy wymiary (objętość) cewki, ale za to unikniemy nadmiernych strat mocy w uzwojeniu.

Wiesz już, że nasza cewka do przetwornicy powinna mieć niewielką rezystancję.

Teraz jeszcze raz zastanowimy się wspólnie, co się stanie, gdy do naszej rzeczywistej cewki z rdzeniem dołączymy napięcie zasilające.

W EdW 1/97 na stronie 59 na rysunkach 11 i 12 (przy okazji: na rysunku 11 powinno być U=const) pokazałem ci, jak to wyglądałoby w przypadku cewki idealnej. Teraz mówimy o rzeczywistej cewce z rdzeniem.

Do tej cewki dołączamy jakieś napięcie zasilające U. Rezystancja uzwojenia cewki wynosi, powiedzmy R. Wiesz już, że w pierwszej chwili po dołączeniu do cewki napięcia, przez cewkę wcale nie popłynie wielki prąd o wartości IR = Uzas / Ruzw. Przed kilkoma miesiącami tłumaczyłem ci, że cewka wykazuje pewną bezwładność. Teraz popatrzmy na to uwzględniając wiadomości o indukcji elektromagnetycznej.

Tuż po włączeniu zasilania, przez cewkę niewątpliwie „będzie chciał" popłynąć prąd. Gdy ten prąd się pojawi się w uzwojeniu, zacznie „prostować magnesiki"... Stop! Tu tkwi sedno sprawy!

"Prostowanie magnesików" to nic innego jak magnesowanie rdzenia – a więc w rdzeniu pojawi się pole magnetyczne i jego „siła" zacznie rosnąć. A te zmiany, zgodnie z zasadą indukcji magnetycznej spowodują zaindukowanie się w uzwojeniu napięcia.

Mamy więc dwa napięcia:
zasilające – nazwijmy go wymuszającym
indukowane w cewce – wymuszane przez zjawisko samoindukcji wskutek zmian pola magnetycznego.

Czy te napięcia się dodadzą, czy odejmą?

Odejmą się!

Tu w grę wchodzi druga ważna zasada, o której też pewnie słyszałeś – reguła przekory Lenza. (Występowaniu w przyrodzie przekory chyba się nie dziwisz – sam dość często zdradzasz przecież jej objawy.)

A jaka będzie wartość zaindukowanego napięcia?

Występuje tu ciekawa zależność. Zapewne już wiesz, że w pierwszej chwili po dołączeniu napięcia zasilającego, w uzwojeniu zaindukuje się napięcie niemal równe temu napięciu zasilającemu. Napięcia te odejmą się. Ich wypadkowa wartość będzie bardzo mała – taka, żeby w obwodzie popłynął jednak niewielki prąd.

I tu masz odpowiedź, skąd cewka „wie", jakie to powinno być napięcie: mianowicie występuje tu wzajemna zależność między szybkością wzrostu prądu, a indukowanym napięciem. Czym szybszy wzrost prądu, tym szybciej „ustawiają się" magnesiki i tym szybsze są zmiany siły pola magnetycznego. Szybsze zmiany pola to większe indukowane napięcie, które przecież zgodnie z regułą przekory, odejmuje się od napięcia zasilającego i tym samym uniemożliwia szybkie narastanie prądu.

Jest to coś w rodzaju ujemnego sprzężenia zwrotnego:

Prąd nie może narastać szybciej, bo przeszkadza temu większe napięcie indukowane, które przecież odejmuje się od napięcia zasilającego.

Prąd nie może też narastać wolniej, bo zbyt małe napięcie samoindukcji momentalnie spowodowałoby zwiększenie wypadkowego napięcia działającego w cewce i tym samym wzrost prądu.

Żeby to lepiej zrozumieć, przypomnij sobie, co dzieje się w cewce, w której przepływ prądu zostanie całkowicie i gwałtownie przerwany. Prąd „wymuszający" gwałtownie zanika. Tym samym odchylone do tej pory magnesiki

na sprężynkach wracają gwałtownie do położeń spoczynkowych – tym samym gwałtownie zanika też pole magnetyczne. Zgodnie z zasadą Faradaya, bardzo szybkie zmiany pola wywołują powstanie napięcia o bardzo dużej wartości. Wszystko się zgadza!

Czy już teraz czujesz intuicyjnie, dlaczego po dołączeniu cewki do źródła napięcia, prąd nie wzrasta gwałtownie, tylko stopniowo?

Ale to jeszcze nie wszystko. Co się stanie, gdy podczas przepływu prądu, wszystkie magnesiki stopniowo się „wyprostują"?

To jest bardzo ważna sprawa, którą musisz dobrze rozumieć.

Przed chwilą tłumaczyłem ci, że po dołączeniu napięcia zasilającego do cewki, występuje tam coś w rodzaju sprzężenia zwrotnego. W każdym razie to zmiana pola magnetycznego hamuje wzrost prądu. A przecież pole magnetyczne jest wypadkową pól magnetycznych elementarnych magnesików. Jeszcze raz ci przypominam, że przepływ prądu w cewce sam w sobie nie jest bezpośrednim źródłem pola magnetycznego, tylko czynnikiem pośrednim, porządkującym ustawienie magnesików rdzenia. Dopiero te magnesiki są źródłem pola magnetycznego. Jeśli więc wszystkie magnesiki zostały po pewnym czasie przepływu prądu „ustawione na baczność" nie ma dalszej możliwości wzrostu siły pola. Oczywiste, prawda?

Ale nie zapomnij, że zmiany pola hamowały wzrost prądu (indukując napięcie samoindukcji). Teraz, gdy zmiany siły pola są niemożliwe, w cewce nie może już powstawać napięcie samoindukcji. To znaczy, że zabraknie czynnika hamującego wzrost prądu... Nadążasz?

To sam powiedz, co się wtedy stanie z prądem w cewce?

Nieprzypadkowo kilka razy przypominam ci, że to nie przepływ prądu przez cewkę jest bezpośrednim źródłem pola magnetycznego...

To jak z tym prądem?

Oczywiście, po zaniku czynnika hamującego prąd gwałtownie wzrośnie, do wartości ni mniej ni więcej, tylko

$$I_R = \frac{U_{zas}}{R_{uzw}}$$

Po dołączeniu napięcia zasilającego, przebieg prądu w cewce z rdzeniem będzie więc ostatecznie wyglądał, jak na rysunku 3.

Oczywiście, dla cewek o innych wymiarach, o innej indukcyjności i innym materiale rdzenia przebiegi prądu po dołączeniu napięcia będą inne. Szczegółami zajmiemy się w przyszłości, na razie na rysunku 4 możesz zobaczyć przebiegi prądu dla rzeczywistych cewek o różnych indukcyjnościach i różnej budowie.

W każdym przypadku nachylenie początkowej prostej jest miarą indukcyjności, maksymalna wartość prądu IR świadczy o rezystancji uzwojenia, a prąd użyteczny Imax wynika z właściwości (wymiarów i materiału) rdzenia. Domyślasz się, że te wszystkie parametry są jakoś od siebie zależne...

Trochę to skomplikowane, ale nie bój się – pomału wszystko zrozumiesz.

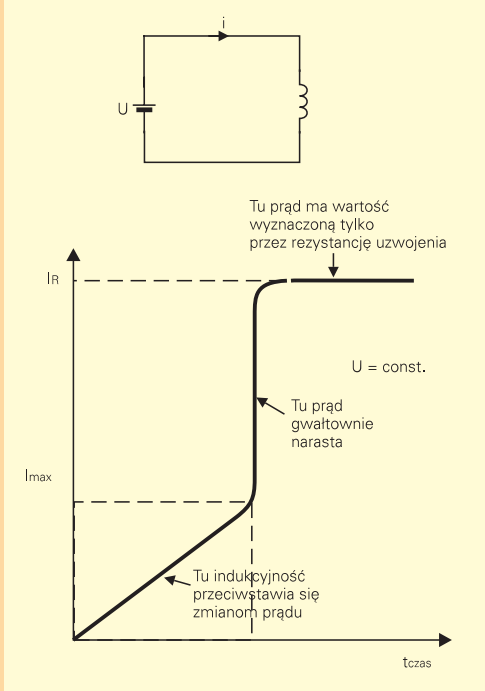
Co jednak wynika z tych rysunków?

Niewątpliwie w praktyce będzie nas interesować jedynie praca cewki przy prądach nie większych od prądu Imax. Przy większych prądach cewka wchodzi w stan nasycenia. A co to oznacza?

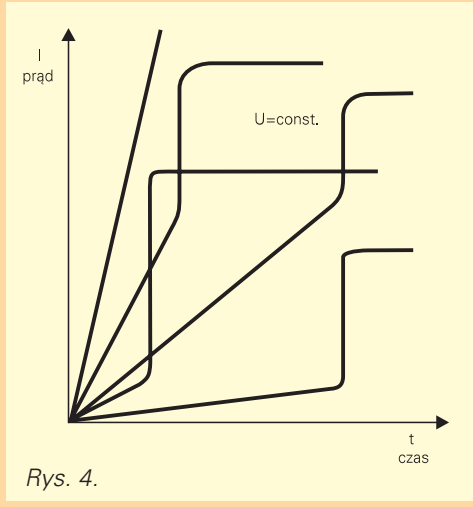
Jeśli wcześniej mówiliśmy, że indukcyjność jest miarą przeciwstawiania się wzrostowi prądu, to teraz możemy powiedzieć, że w stanie nasycenia cewka takich właściwości nie ma. czyli po prostu radykalnie traci indukcyjność. Może jesteś zdumiony, jaką drogą doszliśmy do tego stwierdzenia! Właśnie tą drogą doszliśmy do niego najprościej – gdybym zaczął od próby wytłumaczenia ci, czym jest indukcyjność, od czego zależy, to już dawno obaj pogubilibyśmy się w gąszczu wzorów i wzajemnych zależności.

Być może już czujesz przez skórę, że pojęcie indukcyjności, jako miary przeciwstawiania się zmianom prądu, jest niejako wtórne i wynika z wielu czynników. Tak jest. Do tej sprawy wrócimy później.

Niezły galimatias, prawda? Nie dziw się więc, że nie od razu podam ci wzory potrzebne do obliczania praktycznych przetwornic i zasilaczy impulsowych. Sporo się jeszcze musisz dowiedzieć, a potem powinieneś jeszcze dobrze uporządkować tę wiedzę.



Rys. 3.



Rys. 4.

Na razie musisz zapamiętać jeden prosty wniosek wynikający z analizy rysunków 3 i 4:

Dla każdej cewki z rdzeniem istnieje pewna maksymalna wartość prądu Imax, której nie powinno się przekraczać. Przy takim prądzie w cewce zostanie zmagazynowana ilość energii, największa dla danej cewki. Ilość tej energii zależy przede wszystkim od właściwości i objętości rdzenia.

Prostą ilustracją tej zasady jest działanie zwykłego transformatora sieciowego, zasilanego napięciem przemiennym 220V. W pewnym niewielkim uproszczeniu możemy to rozumieć następująco: w czasie każdej połówki przebiegu 50Hz, w rdzeniu jest magazynowana jakaś porcja energii. Potem energia ta jest przekazywana do uzwojenia wtórnego i do obciążenia. Nie trzeba nikogo przekonywać, że moc transformatora zależy od wielkości rdzenia.

Spróbuj sobie pomału poukładać w głowie cały ten materiał. Zrozum, że wszelkie zmiany, zarówno prądu jak i pola magnetycznego są ze sobą jakby podwójnie powiązane. Zmiany prądu (wymuszającego) w cewce wywołują zmiany pola; te zmiany pola wywołują powstanie napięcia, które z kolei powoduje powstanie napięcia o takim kierunku, by przeciwstawić się (wymuszającym) zmianom prądu. Wszystko to jest prawdą, o ile elementarne magnesiki nie zostały ustawione w jednym kierunku, czyli dopóki materiał rdzenia nie został w pełni uporządkowany.

Za miesiąc przedstawię ci ogólną zasadę pracy zasilaczy impulsowych oraz pokażę ci pewne ograniczenia.

Piotr Górecki
grafika: Małgorzata Zackiewicz

MEW
MAGAZYN ELEKTRONIKI UŻYTKOWEJ

- **IFA, czyli panorama najnowszych osiągnięć elektroniki użytkowej 71**
- **Audio przedwczoraj, wczoraj, dzisiaj i jutro. Nowe projekty i technologie 77**

IFA

czyli panorama najnowszych osiągnięć elektroniki użytkowej

Części Czytelników skrót IFA skojarzyć się może z marką samochodów ciężarowych, produkowanych w byłej NRD. Tymczasem IFA to Internationale FunkAusstellung, czyli po polsku Światowa Wystawa Radiowa. Wystawa ta odbywa się co dwa lata w Berlinie. Są to największe na świecie targi elektroniki użytkowej. W tym roku od 30 sierpnia do 7 września na wystawie, czy raczej targach, swą obecność zaplanowało 812 firm z 33 krajów. Do ich dyspozycji postawiono 130000m^2 powierzchni wystawowej. Firmy te przedstawiły całą swoją obecną ofertę, a także nowości, które dopiero w przyszłości pojawią się na rynku. Wystawiono wszelki sprzęt elektroniczny do użytku domowego, urządzenia telekomunikacyjne, w szczególności telefony bezprzewodowe, komputerowe urządzenia multimedialne. Dużą część powierzchni wystawowej zajęły firmy prezentujące sprzęt audio najwyższej klasy (tzw. High End), sprzęt audio do samochodów, oraz urządzenia dla tzw. kina domowego.
Zapoznanie się z wystawą daje jasny obraz współczesnej elektroniki użytkowej.
Czytelników EdW oprowadzi po niej Redaktor Piotr Górecki.

Przypadł mi w udziale przywilej oprowadzenia po tej ogromnej wystawie Ciebie, drogi Czytelniku. Liczba wystawców i pokazana oferta jest tak ogromna, że musielibyśmy zarezerwować sobie dwa pełne dni, żeby w szybkim, wręcz ekspresowym tempie zdążyć odwiedzić wszystkie stoiska. Nie byłby to chyba najlepszy pomysł, bo obaj zgubilibyśmy się w masie szczegółów. Ze względu na ogrom targów proponuję ci, byśmy zaczęli nietypowo: w pierwszej kolejności nie będę oprowadzał cię po stoiskach kolejnych firm, tylko naszkicuję ci ogólny obraz wystawy i wnioski z tego wynikające. Przedstawię ci też kilka ciekawostek – mam nadzieję, że uznasz je za interesujące.

Natomiast w kolejnych miesiącach zapoznam cię bliżej z poszczególnymi grupami nowych i najnowszych urządzeń.

Popatrz najpierw na znaczek – emblemat targów pokazany na rysunku: stylizowana głowa i dwie strzałki pokazują, co jest istotą wystawy. Rzeczywiście, wszystko co wystawiono dotyczy, czy raczej atakuje nasze zmysły wzroku i słuchu.

Tegoroczna wystawa upłynęła pod hasłem dalszej powszechnej cyfryzacji. Technika cyfrowa wprowadzana jest coraz powszechniej. To akurat nie dziwi, bo jest to trend obserwowany od lat i nieunikniony.

Specyfiką tegorocznych targów jest wzajemne przenikanie dotychczas obcych sobie dziedzin. Właśnie technika cyfrowa umożliwia takie, powiedziałbym „wymieszanie gatunków". Bo jak traktować odbiornik telewizyjny, który jednocześnie jest kompletnym autonomicznym terminalem Internetu, czy wielkoekranowy odbiornik telewizyjny, który z powodzeniem może służyć jako dobrej jakości monitor komputerowy VGA, czy XGA ze zmienną częstotliwością odchylania poziomego i pionowego, czy wreszcie samochodowy odbiornik radiowy, będący jednocześnie telefonem GSM?

O tych ciekawych, bardzo ważnych i nieuchronnych trendach opowiem ci trochę później.

Zaczniemy od zagadnień ogólniejszych.

Słusznie się domyślasz, że na światowym rynku nadal największą rolę odgrywa wszystko, co wiąże się z telewizją. Przyczyna jest prosta – w tym segmencie rynku występują największe obroty. Inaczej mówiąc, można najwięcej zarobić. W tym momencie chcący czy niechcący poruszyłem często przemilczaną, ale ważną sprawę – główną przyczynę lawinowego postępu technicznego. Nie irytuj się teraz, że trochę ponudzę i najpierw nakreślę ci tło całej sprawy. Właśnie poznanie tła da ci pewien dystans do sprawy i później komfort przy poznawaniu oferty poszczególnych firm.

Na lawinowy rozwój sprzętu powszechnego użytku można spojrzeć ze strony technicznej: jakie zadziwiające pomysły udało się wdrożyć w życie? Jakimi zupełnie nowymi sposobami znów udało się polepszyć jakość obrazu czy dźwięku? Jakie nowe, zadziwiające technologie wykorzystano do produkcji współczesnego sprzętu? Może masz już przed oczami setki i tysiące zapalonych wynalazców i konstruktorów, którzy dniem i nocą myślą, co jeszcze można wymyślić i ulepszyć... Może myślisz o czołowych wyższych uczelniach, gdzie genialni studenci i ich nie mniej genialni wykładowcy wciąż opracowują coś nowego, zarówno pod względem teoretycznym, jak i praktycznym...

Teren wystawy z lotu ptaka

Ale na postęp można też spojrzeć z innej strony: właśnie targi są znakomitą okazją, żeby uświadomić sobie, że między producentami trwa ciągła walka o miejsce na rynku. Na świecie jest obecnie kilka bardzo potężnych, wiodących firm. To właściwie one są motorem obecnego postępu. Tylko największe firmy mogą sobie pozwolić na przeznaczenie ogromnych pieniędzy nie tylko na opracowanie nowych modeli, ale przede wszystkim na wdrożenie zupełnie nowych rozwiązań i opanowanie kosmicznej wręcz technologii. Mało tego – są nowatorskie przedsięwzięcia tak kosztowne, że nawet potentaci łączą swoje siły i wspólnie ponoszą ogromne koszty prób, badań, a potem wdrożenia wyrobów do produkcji. Po wielu miesiącach eksperymentów badań i prób, nowe urządzenie pojawia się na rynku.

I co dalej?

Właśnie tu zaczyna się cała zabawa! Nie ma jednej firmy absolutnie najnowocześniejszej, która potrafiłaby opracowywać supernowoczesne urządzenia rzucające konkurencję na kolana. Wiodące firmy prezentują mniej więcej podobny poziom techniczny. W efekcie w mniej więcej jednakowym czasie pojawia się kilka rozwiązań, mających podobne możliwości i zbliżone parametry. Poszczególne rozwiązania proponowane przez firmy lub grupy firm są jak najszerzej reklamowane przez swoich twórców i sponsorów, żeby zainteresować nimi ewentualnych odbiorców. Co dalej? Niektóre z tych rozwiązań przyjmują się na rynku, pozostają na nim na dłużej i w sumie są dla ich twórców źródłem ogromnych zysków. Mało tego, firmy te później czerpią dodatkowe zyski ze sprzedaży licencji na swój system. Nierzadko do kupienia takich licencji zmuszeni są ci konkurenci, których równorzędne rozwiązania i propozycje z jakichś powodów nie przyjęły się na rynku. Tak było przed laty na przykład z magnetowidami. Niemal jednocześnie weszły na rynek trzy systemy o podobnych możliwościach i cenach: V-2000, Betamax i VHS. Wkrótce było wiadomo, że V-2000, który miał najlepsze parametry z całej trójki, nie utrzyma się na rynku. Nieco dłużej utrzymał się Betamax, ale i on został w końcu wycofany. Dziś króluje VHS, który na starcie wcale nie był ani najlepszy, ani najtańszy. Kluczem do sukcesu okazały się nie parametry, ale czynniki zupełnie inne – mianowicie elastyczna polityka licencyjna twórców.

Drugim przykładem jest dysk kompaktowy CD, taśma z zapisem cyfrowym DAT oraz minidysk magnetyczny MD. Choć systemy te nie pojawiły się dokładnie w jednym czasie, można je jednak porównać. Dziś powszechnie króluje dysk kompaktowy CD, dość dobrze trzyma się też od lat stara „analogowa" kaseta magnetofonowa, natomiast zarówno DAT, jak i MD, mające nieporównanie większe możliwości (przede wszystkim możliwość zapisu własnych programów wysokiej jakości) nie zdobyły większej popularności. System DAT zupełnie wypadł z rynku powszechnego użytku, dysk MD nadal jest reklamowany, ale też nie odniósł jakiegoś oszołamiającego sukcesu.

Te dwa przykłady mają ci pokazać, drogi Czytelniku, że wiodące firmy nie mają „łatwego życia" i często się okazuje, że gigantyczne nakłady wyłożone na opracowanie nowych systemów i nowych technologii wcale się nie zwracają i po prostu okazują się pieniędzmi straconymi.

Z nieco mniejszymi producentami sprawa wygląda następująco: kto „prześpi" pojawienie się jakiejś ważnej nowości i nie podejmie jej produkcji, ten zapewne w ciągu kilku lat „wypadnie z rynku", bo nikt nie kupi jego przestarzałych wyrobów. Dlatego jeśli już pojawia się jakaś nowość, to w ramach wspomnianej walki o klienta, oferowana jest ona zwykle przez wielu producentów.

Idźmy dalej tym tropem. Każdej firmie zależy, by jej wyroby przyjęły się i pozostały na rynku. Nic dziwnego, że wszelki-

mi siłami prowadzi kampanię reklamową swojego nowego produktu. Znakomitą okazją do takiej reklamy i promocji są właśnie wszelkiego rodzaju wystawy i targi. Dlatego nie dziw się, że bardzo eksponowane i reklamowane są wszelkie nowości, nawet jeśli mają one swoje wady. Nie dziw się też, że wszelkie nowości są bardzo drogie, nie tylko na twoją kieszeń, ale i na kieszeń przeciętnego mieszkańca Europy Zachodniej czy USA.

System kina domowego firmy Panasonic

Zwiedzając targi powinieneś pamiętać, że zdecydowana większość nowości dopiero próbuje zdobyć rynek, natomiast największe obroty na tym rynku w chwili obecnej zapewniają nie głośno reklamowane nowinki, tylko porządny sprzęt, powiedzmy „klasyczny". A tu liczą się nie tylko parametry techniczne, ale i cena.

Tu doprowadziłem cię do pierwszego bardzo ważnego spostrzeżenia: ani ty, ani ja nie powinniśmy bezkrytycznie zachwycać się wszelkimi nowościami. Życie a właściwie rynek z czasem pokaże, iż część z pokazywanych nowości rzeczywiście pojawi się za jakiś czas w naszych domach, natomiast znaczna część okaże się przelotną ciekawostką, która wkrótce zostanie zapomniana.

Już za chwilę spróbujemy przyjrzeć się prezentowanym na „ifie" nowościom także z tego punktu widzenia.

Jednocześnie chciałbym cię uczulić, byś zwracał baczniejszą uwagę właśnie na urządzenia od dłuższego czasu znane, ale ciągle ulepszane. Głównie one dominują, nie tylko w europejskich, ale także w naszych, polskich sklepach i niewiele potrzeba, byś się stał ich szczęśliwym posiadaczem.

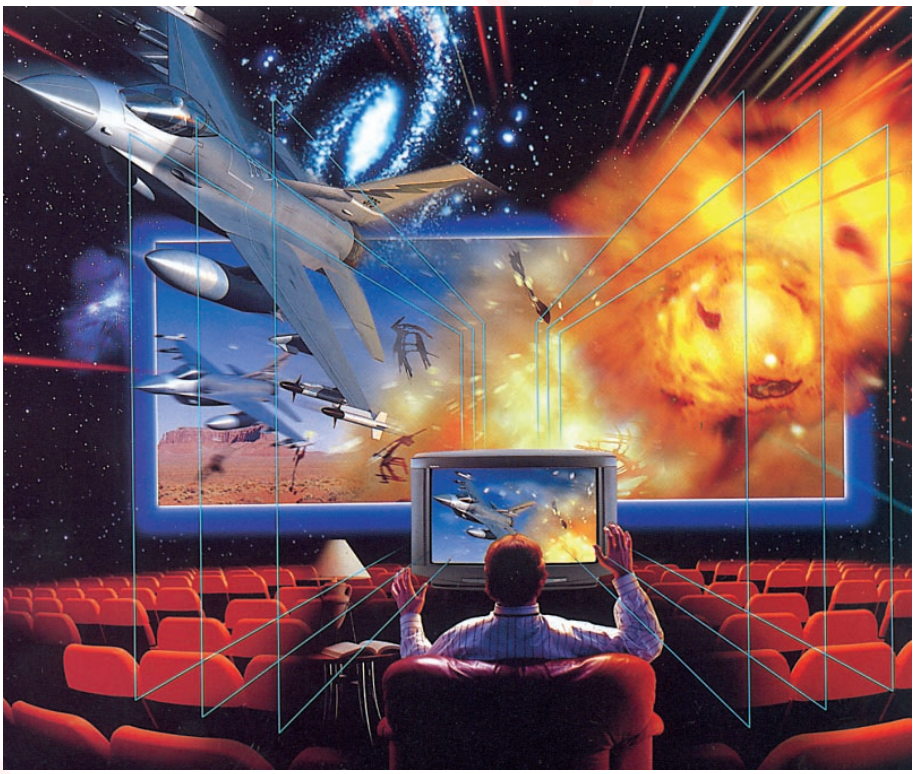
Teraz kolejna sprawa. Obecnie gospodarstwa domowe są wręcz nasycone sprzętem elektronicznym takim jak telewizory, odtwarzacze, kamery wideo, zestawy audio, odbiorniki telewizji satelitarnej, telefony.

Co zrobić, aby na tak nasyconym rynku sprzedać swoje wyroby?

Są dwie drogi:

- albo zaproponować wyroby zdecydowanie lepsze od dotychczas istniejących,
- albo wymyślić coś zupełnie nowego i tym samym stworzyć nowy segment rynku.

Przyjrzymy się wyrobom prezentowanym na wystawie także pod tym kątem.



Kino domowe

Napęd DVD – ROM

W wolnej chwili warto także zastanowić się, czego na wystawie nie ma, a czego przy obecnym stanie techniki można było oczekiwać. To też może być pouczające.

Mój drogi, teraz wyjawię ci, dlaczego pozwoliłem sobie na tak długi wstęp. Obejrzenie ogromnej wystawy berlińskiej niewątpliwie na każdym elektroniku (i nie tylko) robi duże wrażenie. Natłok wspaniałych nowości zachwyca, ale i po chwili refleksji trochę przeraża... Cóż, niejeden zwiedzający poczuje się jak nic nie znaczący trybik w ogromnej maszynie. Wielu zastanawia się, czy ktoś jeszcze panuje nad tą eksplozją techniki i technologii?

Cóż, producenci mają swoje plany i starają się te plany zrealizować. A my, mieszkańcy kraju nad Wisłą powinniśmy widzieć całą sprawę we właściwych proporcjach.

NIE DAJMY SIĘ ZWARIOWAĆ!

Chciałbym ci pokazać nowości, bo powinieneś o nich wiedzieć i nadążać za postępem w tej dziedzinie. Nie powinieneś jednak dać się porwać reklamie i marzyć, czy też bezkrytycznie przyjmować wszelkich reklamowych doniesień,

Tyle w długim wstępie. Teraz przechodzimy do szczegółów.

Jeśli zapytałbyś mnie, co moim zdaniem było najgłośniej reklamowane, odpowiedziałbym krótko – DVD.

Z tym skrótem już się spotkałeś na łamach EdW.

DVD rozszyfrowuje się dziś jako Digital Versalite Disc, czyli w wolnym tłumaczeniu cyfrowy dysk uniwersalny. Na początku DVD miał znaczyć Digital Video Disc, ale wkrótce się okazało, że jego zastosowanie może być dużo szersze, niż

tylko do zapisu wideo – stąd zmiana Video na Versalite.

W każdym razie dysk DVD na wygląd nie różni się od znanego od lat dysku kompaktowego CD. Różni się natomiast pojemnością. O ile dysk CD (CD-audio lub CD-ROM) ma pojemność 650 do 700 megabajtów, o tyle dysk DVD może mieć pojemność od 4,7...19 gigabajtów (4700...19000 megabajtów).

W zasadzie tak olbrzymią pojemność można dowolnie wykorzystać. Dysk, zgodnie z pierwotnymi założeniami, może służyć do zapisu filmów. Przy maksymalnej pojemności 19 gigabajtów, na dysku można zmieścić ponad 8 godzin filmu o jakości obrazu zbliżonej do studyjnej. Filmowi takiemu (a właściwie czterem pełnometrażowym filmom, bo kto widział film ośmiogodzinny) może towarzyszyć dźwięk wysokiej jakości i to aż w ośmiu językach do wyboru. Przewidziano także zapis dźwięku dookólnego dla kina domowego (Digital Surround) Poza tym na dysku jest jeszcze miejsce dla napisów w 32 językach (miedzy innymi dla słabosłyszących). Powiem więcej – przy tak wielkiej pojemności otwierają się zupełnie nowe możliwości. Zamiast kilku filmów, na jednym krążku mogą być na przykład zarejestrowane niezależne sygnały z kilku kamer. W ten sposób, zapis na przykład koncertu rockowego, czy zapis zawodów sportowych zawierałby do ośmiu „równoległych" kanałów, czyli obrazów z poszczególnych kamer. Podczas odtwarzania użytkownik sam decydowałby, który obraz (lub kilka obrazów jednocześnie) chce mieć w danej chwili na ekranie.

Inną perspektywą byłby film interakcyjny – na krążku zapisane byłyby różne warianty rozwoju akcji filmu (w najprostszym przypadku dwa zakończenia: tragiczne i typu happy end), a w określonych momentach użytkownik decydowałby, jak ma przebiegać akcja. Coś takiego możemy na razie jedynie obejrzeć w telewizji, gdzie grupa wybranych widzów głosuje na poszczególne warianty rozwoju sytuacji. Film odpowiednio nagrany na dysku DVD umożliwiałby sterowanie akcją przez indywidualnego widza.

Tyle o perspektywach DVD w zakresie wideo.

Miłośnikom komputerów nie trzeba chyba tłumaczyć, jakie możliwości daje nośnik informacji o pojemności kilku, czy kilkunastu gigabajtów. Jak na razie, nasze nowe twarde dyski mają pojemność 2...4GB.

Magnetowid D – VHS

Kamera DV

Kamera Hi-8

Kamera S – VHSC

Co ciekawe płyta DVD może występować nie tylko w wersji DVD-ROM, czyli tylko do odczytu. Przy odpowiedniej technologii, możliwy jest też zapis informacji przez użytkownika, i to nie raz, ale wielokrotnie!

Cóż za możliwości! Toż to istny cud, ten krążek DVD!

Stop! Nie przesadzaj! Nieprzypadkowo zrobiłem wcześniej taki długi wstęp. Nie dajmy się zwariować!

Wokół dysku DVD rzeczywiście robi się od dwóch lat mnóstwo hałasu, ale jak na razie, jego praktyczne wykorzystanie jest prawie żadne.

Wyobraź sobie, że do tej pory na rynku pojawiło się tylko kilkadziesiąt tytułów filmów, i to beż żadnych „bajerów" o których ci wspomniałem. Jeśli DVD to rzeczywiście taka rewelacja, to dlaczego tak mało filmów?

Otóż sprawa nie wygląda do końca tak różowo, jak mogłoby wyglądać z entuzjastycznych reklam.

Wspomnę tylko o dwóch sprawach:

Dysk rzeczywiście dysponuje olbrzymią pojemnością – można na nim zgromadzić mnóstwo informacji w postaci zer i jedynek. Ale możliwość odczytu tych zer i jedynek to dopiero połowa sukcesu. Trzeba jeszcze przyjąć powszechny standard, czyli umówić się, co mają znaczyć te zera i jedynki. Dopiero niedawno czołowe firmy ustaliły szczegóły standardu, czy raczej kilku standardów. Bez takich ustaleń, zarówno producenci odtwarzaczy, jak i producenci płyt nie spieszyli się z wypuszczaniem na rynek swoich wyrobów, któ-

re za chwilę okazałyby się niezgodne ze standardem.

Druga kwestia dotyczy możliwości własnego zapisu. Przy samodzielnym zapisie na pewno nie uda się osiągnąć wymarzonej pojemności kilkunastu GB. Ze względów technicznych, o których opowiem ci w jednym z następnych numerów EdW, przy samodzielnym zapisie można uzyskać jedynie 2...3GB. Może wydaje ci się to nieistotne, bo 2GB to przecież i tak olbrzymia pojemność, ale nie zapominaj, że dysk przeznaczony jest głównie do zapisu wideo i tu potrzebne są naprawdę gigantyczne pojemności. Trzeba też pomyśleć o przyszłości i zapytać, czy ktoś nie zaproponuje wkrótce lepszego, jeszcze wszechstronniejszego rozwiązania?

Odbiornik z ekranem 16:9 firmy NOKIA

W każdym razie bardzo obiecujący dysk DVD i sprzęt do jego odtwarzania są dopiero na starcie. Czy będzie to start do wspaniałego, długodystansowego biegu, przekonamy się już niedługo.

Szczerze mówiąc DVD ma ogromne szanse z dwóch powodów: jest opracowany i popierany przez największych potentatów branży elektronicznej, takich jak Hitachi, JVC, Matsushita, Mitsubischi, Philips, Pioneer, Sony, Thomson i Toshiba, a ponadto jest, jak to się mówi ulubionym dzieckiem (raczej niemowlakiem) Hollywoodu.

Odbiornik z ekranem 16:9 firmy SANYO

Tyle dziś o DVD, dysku i systemie które są dziś bardzo głośno reklamowane.

Ale DVD to nie wszystko.

Na razie nikt nie mówi głośno o kamerach wideo z dyskiem DVD. A kamery wideo to też znaczący segment rynku. Dobrze byłoby mieć system, który „załatwiałby" zarówno indywidualne potrzeby posiadaczy kamer, jak i umożliwiałby dostęp do filmów komercyjnych. Póki co, takie wymagania najlepiej spełnia stary analogowy VHS. Żaden z proponowanych obecnie systemów cyfrowych nie ma optymalnych właściwości. DVD nie wchodzi na razie w grę, jeśli chodzi o kamery wideo i być może nigdy nie będzie stosowany w tym zakresie.

Dekoder telewizji cyfrowej

Wydawałoby się, że może rozwiązaniem będzie cyfrowy VHS, czyli D-VHS. Bliższe przyjrzenie się systemowi D-VHS ukazuje jego istotne mankamenty. Nie będę cię na razie męczył szczegółami. Z grubsza chodzi o to, że choć system D-VHS rzeczywiście dobrze nadaje się do zapisu i odczytu informacji, o tyle dziś nie zapisuje się obrazu wideo w, powiedzmy „surowej", nieprzetworzonej postaci cyfrowej. Natomiast D-VHS sam w sobie nie obejmuje takiego przetwarzania. Stwarza to dodatkowe problemy, bo trzeba stosować dodatkowe przetwarzanie, czyli mówiąc obrazowo – pakowanie i rozpakowywanie „surowego" sygnału z kamery.

Wad tych nie ma lansowany przez kilka firm system wykorzystujący kasetę z taśmą, zwany DV, czyli po prostu Digital Video. System ten ma szereg zalet, jest jednak jako nowość na razie drogi, a poza tym będąc z punktu widzenia technicznego, zgodny z systemem DVD, niejako wchodzi w drogę temu systemowi. Choć głównym zastosowaniem systemu DV mają być amatorskie kamery wideo, może on mieć szereg innych interesujących zastosowań ze względu na olbrzymią pojemność zapisu na taśmie (rzędu 30...55GB).

Znów czas pokaże, jak przyjmą się na rynku systemy DV, D-VHS i DVD. Na wszelki wypadek producenci wcale nie kładą wszystkiego na jedną kartę, w miarę możliwości prezentują urządzenia każdego z tych systemów. Oczywiście znów są to głośno reklamowane nowości, a rynek kamer wideo póki co zdominowany jest przez znane już od lat systemy: VHS (w tym w wersji Super VHS) oraz Video-8 (i nowocześniejszą odmianę zwaną Hi-8). Wszystkie liczące się firmy wystawiły swą bogatą ofertę. I to wystawiły nie w gablotach, tylko do użytku zwiedzających. Każdy chętny mógł bez kłopotów wziąć pracującą kamerę do ręki, sprawdzić jej funkcjonalność, a jednocześnie mógł obserwować obraz z trzymanej kamery na wystawionym monitorze telewizyjnym. Może cię zdziwię, ale znaczna część wystawionych i reklamowanych kamer miała czarno-biały wizjer. Zdarzały się kamery z wizjerem kolorowym, a spora część nowszych kamer miała zewnętrzny odchylany w różne strony kolorowy monitorek o przekątnej ekranu rzędu 5...7cm. Jakość obrazu na poszczególnych monitorkach była rozmaita, najczęściej niezbyt dobra (80000...180000 piksli na ekranie), ale przecież nie to jest najważniejsze – o jakości uzyskiwanego obrazu w żadnym stopniu nie decyduje monitor, tylko przetwornik obrazu i sposób zapisu na taśmę.

Powiem szczerze, że te małe kolorowe monitory o powierzchni ekranu rzędu 20...30cm^2, wbudowane w kamery nie zrobiły na mnie szczególnego wrażenia. Ale te same monitory, zmontowane na jednej planszy w ilości kilkudziesięciu sztuk, pokazujące ten sam ruchomy obraz, zadziwiały i fascynowały. Coś takiego obserwowałem w stoisku firmy Sanyo.

Ciąg dalszy artykułu w następnym numerze.

Piotr Górecki

Audio

przedwczoraj, wczoraj, dzisiaj i jutro

Nowe projekty i technologie

Najmłodszym czytelnikom EDW można przypomnieć, czym było Hi-Fi wczoraj i przedwczoraj. Wczoraj – czyli dziesięć lat temu, przedwczoraj – czyli dwadzieścia lat temu. W drugiej połowie lat siedemdziesiątych zestaw stereofoniczny w domu polskiego melomana składał się najczęściej z: gramofonu analogowego, magnetofonu szpulowego, amplitunera lub wzmacniacza i ewentualnie tunera, no i oczywiście zespołów głośnikowych. Legendarne modele wymienionych typów urządzeń to gramofon „Daniel", magnetofony „Dama Pik" i „2405", amplitunery Kleopatra, Elizabeth. Wiele systemów nie zawierało oddzielnego wzmacniacza czy choćby amplitunera – magnetofon „2405" i jedna z wersji gramofonu „Daniel" były wyposażone we wbudowane wzmacniacze. Co ciekawsze, magnetofon stereofoniczny „2405" miał również własne głośniki, umieszczone na bocznych ściankach – „od biedy" można było ograniczyć się do używania tylko nich, a cały „system" mógł wówczas składać się z jednego samodzielnego urządzenia.

Jednak w najbardziej zaawansowanych systemach musiał być i gramofon, i magnetofon. Role były wówczas ściśle podzielone – płyta analogowa, nośnik najwyższej jakości dźwięku, był delikatny i zużywał się w trakcie eksploatacji – dlatego świeżo nabyta płyta, nowa lub zdobyta na giełdzie, była przegrywana na „szpulę", i to magnetofon szpulowy był „koniem roboczym", który służył do odtwarzania muzyki już tylko dla samej przyjemności. Odsłuch prosto z płyty odbywał się raczej odświętnie. Bardziej wymagający melomani opierali oczywiście działnie swoich systemów o zewnętrzny wzmacniacz lub amplituner, i jeśli od początku pod tym kątem kompletowali swój sprzęt, to kupowali gramofony i magnetofony typu „deck" – czyli pozbawione swoich wzmacniaczy. Ale warto przypomnieć, że jeszcze bardzo dobry magnetofon szpulowy „Aria", który pojawił się na przełomie lat siedemdziesiątych i osiemdziesiątych, był dostępny również w wersji ze wzmacniaczem. W tym czasie, w ramach systemów Hi-Fi, z magnetofonami szpulowymi coraz poważniej jednak zaczęły konkurować magnetofony kasetowe. Standard „compact cassette" pojawił się na rynku znacznie wcześniej, ale początkowo jego zastosowanie ograniczało się do małych, przenośnych magnetofonów monofonicznych. Pierwsze stereofoniczne magnetofony kasetowe, chociaż wygodne w obsłudze, nie sięgały jakością dźwięku starym szpulowcom nawet do pięt. Warto wiedzieć dlaczego – przede wszystkim znacznie większa prędkość przesuwu taśmy (dwu- lub czterokrotnie) zapewniała szersze pasmo przenoszenia od strony częstotliwości wysokich. Dopiero magnetofony kasetowe pierwszej połowy lat osiemdziesiątych, zwłaszcza pochodzące z zachodu, zaczęły eliminować szpule z systemów Hi-Fi. Pamiętajmy jednak, że wrodzone przewagi szpuli nad kasetą powodują, że to przede wszystkim magnetofony szpulowe pozostają na wyposażeniu studiów nagraniowych. W systemach domowych zwyciężyła jednak wygoda obsługi.

Pierwsze magnetofony kasetowe były „ładowane" od góry (np. nasza „Finezja"). Szybko moda się zmieniła, i kieszenie magnetofonowe przeniesiono na płytę czołową. Umożliwiło to ustawienie na magnetofonie innych urządzeń i budowanie „wież" – wieża stała się od tego czasu synonimem zestawu Hi-Fi.

Tuner był w tamtych latach dla polskich melomanów bardzo ważnym elementem systemu Hi-Fi. Ci, którzy nie posiadali gramofonu analogowego i swobodnego dostępu do płyt, skazani byli na przegrywanie z taśmy na taśmę, albo, co zwykle pozwalało uzyskać lepszą jakość dźwięku, na przegrywanie audycji radiowych. A ówczesne audycje radiowe, takie jak „Wieczór Płytowy", prezentowały całe płyty i całe dyskografie! Dla wielu z nas był to wówczas jedyny sposób nagrania ulubionych płyt czy wręcz stworzenia całej kolekcji nagrań.

W tym czasie, gdy magnetofon kasetowy oststecznie zastąpił szpulowy, na horyzoncie pojawiła się technika cyfrowa i odtwarzacze płyt kompaktowych. Początkowo ceny tych urządzeń – wielokrotnie wyższe od cen tradycyjnego gramofonu i czarnych płyt, od cen magnetofonu i kaset, bardzo ograniczały do nich dostęp. System Hi-Fi „wczoraj" – czyli w drugiej połowie lat osiemdziesiątych – ma więc następujący kształt: obowiązkowo magnetofon kasetowy – deck, wzmacniacz lub amplituner, para zespołów głośnikowych, ustępujący gramofon analogowy, pojawiający się odtwarzacz

CD, oraz... bardzo często spotykany wówczas korektor graficzny – equalizer. Equalizer dla wielu użytkowników był obowiązkowym komponentem zestawu. Pozwalał kształtować charakterystykę częstotliwościową znacznie swobodniej niż dwa regulatory – basów i sopranów – we wzmacniaczu, pozwalał powiększyć wieżę o kolejny „klocek", efektowny bo bogato wyposażony w potencjometry. Ilość urządzeń i wysokość wieży była dla wielu głównym powodem do dumy...

Dzisiejsze systemy Hi-Fi, zwłaszcza te najbardziej zaawansowane, nie muszą już wpisywać się w wieżową integrację i wzorniczą unifikację. Wręcz przeciwnie – współcześni, najbardziej snobujący audiofile starają się maksymalnie „rozproszyć" system, kupując poszczególne komponenty od różnych, wyspecjalizowanych producentów. Ma to oczywiście też swoje racjonalne podstawy. Nowoczesny system Hi-Fi nie musi już zawierać korektora graficznego, wysokiej jakości dźwięku poszukuje się w idei jak najkrótszej drogi sygnału i najwyższej jakości niezbędnych komponentów. Coraz większe znaczenie przykłada się też do jakości połączeń i akcesoriów – absorberów tłumiących wibracje urządzeń, podstawek pod głośniki, nawet przewodów i filtrów sieciowych.

Obowiązujący dzisiaj „audiofilski" system Hi-Fi wygląda w podstawowej, „minimalistycznej" wersji następująco: odtwarzacz CD, wzmacniacz, para zespołów głośnikowych. Nadal szerokie rzesze używają magnetofonu kasetowego, choć odtwarzacz CD powoli, ale konsekwentnie przejmuje rolę podstawowego źródła dźwięku. Niektóre systemy uzupełnia tuner, choć nie spełnia on i nie będzie spełniał już nigdy tak ważnej roli jak kiedyś – gdy nagrywano całe audycje radiowe, gdyż nie ukazują się już na antenie całe płyty. Zamiast wzmacniacza i tunera można użyć amplitunera – ale takie rozwiązanie uchodzi za pewien kompromis. Wąskie grono audiofilów najwierniejszych czarnej płycie utrzymuje również gramofon analogowy, ale jest to wówczas najczęściej urządzenie wysokiej klasy, kosztowne, znacznie droższe od odtwarzacza CD (role się odwróciły), spełniające rolę najlepszego źródła dźwięku w systemie (tak jak dwadzieścia lat temu !).

Pomysły nowych standardów nośników cyfrowych, które powstały w pierwszej połowie lat dziewięćdziesiątych – DAT i DCC – nie przyjęły się w domowych systemach Hi-Fi. DCC w zasadzie wymarło, DAT jest stosowany np. w urządzeniach reporterskich.

Na razie ograniczoną, ale stale wzrastającą popularnością cieszy się natomiast Mini-Disc. Początkowo miał on tylko zastąpić walkmana (małe wymiary, ale ograniczona w stosunku do CD jakość dźwięku). Udoskonalanie systemu kompresji danych, na którym opiera się MD, spowodowało jednak, że najnowsze stacjonarne konstrukcje MD zapewniają już bardzo wysoką wierność odtwarzania. Dowodem na to była przyznana w tym roku przez europejskie stowarzyszenie EISA nagroda dla urządzenia Sony MDS-JA50ES, czyli najwyższej klasy rejestratora MD. Tymczasem Sony dalej udoskonala system kompresji danych, a urządzenia MD produkuje już większość firm japońskich. Warto jednak pamiętać, że MD może być jedynie dodatkowym urządzeniem pełnowartościowego systemu – nie zastępuje on odtwarzacza CD w roli pierwszego źródła dźwięku, gdyż w formacie MD nie wydaje się oryginalnych nagrań. Pozycja MD względem CD przypominać więc może do pewnego stopnia omówioną wyżej, dawną pozycję magnetofonu szpulowego względem gramofonu analogowego, ale jest to jednak pozycja znacznie słabsza – z płyty CD można bez uszczerbku dla jej jakości i bardzo wygodnie korzystać wielokrotnie, przegrywanie na MD ma w sobie więcej z zabawy w układanie nagrań, nie wynika z konieczności przeniesienia nagrań na funkcjonalniejszy nośnik.

Od kilku lat promowany jest pomysł „Kina Domowego". Dla jednych stanowić on ma alternatywne rozwiązanie względem systemu stereofonicznego, dla drugich jest czymś zupełnie autonomicznym, ewentualnym dodatkiem do systemu Hi-Fi, a dla ortodoksyjnych audiofilów jest rzeczą wstrętną, gdyż odciągającą uwagę od głównego nurtu najwyższej jakości przetwarzania muzyki. Tematowi: dwukanałowy system stereofoniczny i (kontra) wielokanałowy system kina domowego należy poświęcić oddzielny artykuł (jeśli nadredaktor EDW pozwoli), zwłaszcza że omówienie samych standardów kina domowego i różnorodnych urządzeń jemu służących zajęłoby wiele miejsca. Tymczasem można

stwierdzić, że idea Kina Domowego nie może zastąpić idei Wiernego Odtwarzania Muzyki. Choć system wielokanałowy kusi efektowniejszą przestrzennością obrazu dźwiękowego, to przestrzenność „dookólna" służy efektom ścieżki dźwiękowej filmów, a nie oddaniu rzeczywistego kształtu sceny dźwiękowej tworzonej przez muzyków. Mimo to w ofertach wielu producentów urządzenia dedykowane systemom Hi-Fi splatają się z urządzeniami do kina domowego, i wielu potencjalnych nabywców nie może zorientować się w sytuacji. Pytają w salonach Hi-Fi, czy lepiej kupić system stereofoniczny, czy system dookólny do kina domowego. Do pewnego stopnia jest to pytanie w rodzaju – co kupić – lodówkę czy piekarnik. I jedno, i drugie do kuchni.

Należy jednak zwrócić uwagę, że tak jak kino domowe skorzystało z wielu osiągnięć techniki Hi-Fi, tak ostatnio rozwój kina domowego przyczynił się do stworzenia perspektywy zupełnie nowego cyfrowego nośnika informacji dźwiękowej dla systemów stereofonicznych, nośnika który podniesie pułap osiągalnej jakości znacznie powyżej możliwości dzisiejszej płyty kompaktowej. Chodzi o DVD.

Jego geneza w największym skrócie jest następująca. Opracowano nowy wielokanałowy system Dolby Digital (AC3), który wymagał przygotowania wielokanałowego nośnika cyfrowego (wcześniejsze systemy np. Dolby Pro-Logic wykorzystywały tradycyjny nośnik dwukanałowy, wywodzący się z systemu stereofonicznego, aby za pomocą specjalnych dekoderów uzyskiwać odpowiednią liczbę zróżnicowanych sygnałów do poszczególnych głośników). Na tym samym nośniku miał zostać zmieszczony również sygnał wizyjny. Nowy nośnik musiał mieć więc znacznie większą pojemność, niż tradycyjna płyta CD. Jeśli jednak cała pojemność płyty DVD zostanie przeznaczona na zapisanie tylko dźwiękowego sygnału w systemie dwukanałowym (stereofonicznym), to można uzyskać znacznie wyższą jakość dźwięku niż z tradycyjnej płyty kompaktowej o znacznie mniejszej pojemności. Przemysł „audiofilski" ma wielki apetyt na nowy nośnik, i pojawiły się już pierwsze prototypowe urządzenia i rejestracje w tym standardzie, zaprezentowane na tegorocznych targach IFA. Podobnie jak MD, pomysł podchwyciło już kilka największych koncernów, i prawdopodobnie za kilka lat DVD będzie często spotykane w najlepszych systemach Hi-Fi. Czy zacznie wypierać CD – trudno przewidzieć, gdyż aktualnie cały przemysł fonograficzny skoncentrował się na stosowaniu tego nośnika, i siła inercji może być tutaj bardzo duża, a nośnik DVD z pewnością będzie znacznie droższy, przynajmniej na początku swojej kariery.

Dla zilustrowania, jak wyglądają współczesne urządzenia audio, przedstawiamy produkty nagrodzone przez EISA – europejskie stowarzyszenie technik audiowizualnych. Od tego roku do EISA należy również polski miesięcznik Audio.

Wzmacniacz Roku '97- 98

Marantz PM-66 K.I.

Firma Marantz, podobnie jak wiele innych firm, ma w zwyczaju przygotowywanie „Specjalnych Edycji" podstawowych modeli urządzeń. Zostają one uszlachetnione najczęściej przez zastosowanie wyższej jakości komponentów, solidniejszych obudów itp. W firmie Marantz guru od takich zabiegów to Japończyk Ken Ishiwata. Wychodzące spod jego ręki udoskonalone urządzenia noszą w swojej nazwie dodatek „K.I". Już drugi rok z rzędu firma Marantz i Ken Ishiwata zostali nagrodzeni za ten pomysł. Wzmacniacz PM-66 K.I. prezentuje połączenie klasycznej linii wzorniczej produktów japońskich z oczekiwaną przez Europejczyków (a do nich są przede wszystkim adresowane urządzenia „specjalnych edycji" wstrzemięźliwością w wyposażeniu. Wzmacniacz pozbawiony więc został zbędnych „bajerów", w tym również regulatorów barwy tonu, jest za to zdalnie sterowany, a audiofile mogą oczekiwać solidnej konstrukcji wewnętrznej i wysokiej jakości dźwięku. Cena: ok. 2500 zł.

Odtwarzacz Roku '97- 98

Sony CDP-XA 50 ES

Jak przystało na wysokiej jakości odtwarzacz japońskiej firmy, nowa „pięćdziesiątka" jest ekstremalnie bogato wyposażona we wszelkie funkcje. Nie wszystkie z nich mieszczą się na przednim panelu, większość jest dostępna z pilota. Zdalne sterowanie obejmuje również regulację głośności, czemu służy napędzany silniczkiem potencjometr. Od dwóch lat Sony promuje niekonwencjonalny rodzaj transportu z nieruchomym laserem i przesuwaną osią obrotu płyty (w tradycyjnym rozwiązaniu oś jest nieruchoma, a przesuwa się laser, tak jak igła w gramofonie z ramieniem tangencjalnym), nowy mechanizm jest perfekcyjnie wykonany, bardzo stabilny, szybki i cichy. W nowym odtwarzaczu Sony zaprezentowało też kolejną innowację – regulację sposobu pracy filtrów cyfrowych, przez co można w bardzo niewielkim, ale istotnym dla najbardziej wytrenowanych uszu i wyrafinowanych gustów zakresie zmieniać brzmienie odtwarzacza. Uznano, że poziomem technologicznym i jakością dźwięku odtwarzacz ten dorównuje najdroższym urządzeniom Hi-End. Cena: ok. 5500 zł.

Rejestrator Roku '97- 98

Sony MDS-JA 50 ES

Nagroda dla urządzenia Mini-Disc jest nagrodą nie tylko dla tego konkretnego modelu, ale i potwierdzeniem, że nowy standard osiągnął oczekiwany poziom jakości i może być z zaufaniem przyjęty przez audiofilów. Fakt ten stanowi ukoronowanie kilkuletnich starań promotora nowego systemu – Sony – w tym kierunku, równocześnie kolejni japońscy producenci również rozpoczynają produkcję urządzeń MD. Cena: ok. 6000 zł.

Zespół Głośnikowy Roku '97- 98

Jamo Concert 8

Duńska technika głośnikowa znana jest na całym świecie. Duńczycy są przede wszystkim dostawcami samych głośników dla producentów zespołów głośnikowych, ale i duńska firma Jamo, produkująca zespoły głosnikowe, a nie same głośniki, należy do największych na świecie. Nagroda dla Duńczyków nie jest więc przypadkiem.

Model Concert 8 jest przy tym doskonałym przykładem, że nowoczesne technologie pozwalają osiągnąć bardzo wysoką jakość dźwięku nawet z małych, dwudrożnych konstrukcji, a ilość basu nie musi być przytłaczająca, aby zaspokoić gusta audiofilów. Głośniki zastosowane w Concert 8 są bardzo nowoczesne. Głośnik nisko-średniotonowy ma membranę metalową (magnez), a kopułkowy głośnik wysokotonowy membranę ze specjalnie impregnowanego jedwabiu. Obudowa wykonana jest częściowo z opatentowanego przez Jamo kompozytu (przednia ścianka, najbardziej podatna na wibracje), a w większości z grubych płyt MDF. Zewnętrzne powierzchnie wykończono bardzo starannie, oklejając je naturalnym fornirem. Estetyka małych zespołów głośnikowych to rzecz niezwykle ważna dla ich posiadacza. Concert 8 są perfekcyjne w każdym detalu. Cena: ok. 6000 zł (para)

Hi-End Roku '97- 98

Proceed CDP

Hasło Hi-End, określające produkty najwyższej klasy, nie jest precyzyjnie zdefiniowane ani przez poziom jakości, ani przez poziom ceny. Być może do Hi-Endu należy zaliczyć również odtwarzacz Sony CDP-XA 50 ES i zespoły głośnikowe Jamo Concert 8, ale nie byłby to jeszcze tak prawdziwy Hi-End, jak w przypadku CDP. Jeśli komuś wydaje się, że ponad 10000 zł za odtwarzacz CD to cena wysoka, ma z pewnością rację – są odtwarzacze kosztujące dziesięć razy mniej. Ale CDP został nagrodzony również za to, że jest... właśnie tani. Jest bowiem nowym produktem firmy Madrigal, w którym zastosowano rozwiązania stosowane wcześniej w jej jeszcze droższych produktach. Hi-Endowym cenom nie ma bowiem końca. CDP ma być prawdziwym Hi-Endem pod względem jakości za umiarkowanie Hi-Endową cenę. Cena: ok. 11000 zł.

System Kompaktowy Roku '97- 98

Pioneer FX-Series

Choć prawdziwi audiofile raczej gardzą tego typu systemami, to jednak zdobywają one popularność na rynku wśród nabywców o mniej wysublimowanych gustach. Systemy tego typu pozwalają „za jednym zamachem" załatwić sprawę sprzętu. Odtwarzacz CD, amplituner, magnetofon, para głośników i możliwość dodania MD, przy odpowiedniej jakości komponetów i estetycznym wykonaniu stanowi o atrakcyjności nowego systemu Pioneera.

Dekoder Kina Domowego '97- 98

Denon AVP-A1

Denon AVP-A1 to wspaniała centrala dla najwyższej klasy kina domowego. Nie pozostawia nic do życzenia – zawiera w sobie dekodery wszystkich aktualnie rozpowszechnionych systemów organizacji dźwięku dookólnego – w tym Dolby Pro-Logic, Dolby Digital (AC3), posiada certyfikat THX. Cena: ok. 120000 zł.

System Kina Domego Roku '97- 98

JBL Simply Cinema ESC-300

Jedną z przeszkód w upowszechnieniu systemów kina domowego jest znaczny stopień złożoności takich systemów przy równoległym funkcjonowaniu na rynku kilku różnych standardów. Przeciętny potencjalny użytkownik pozostaje zdezorientowany i obawia się popełnienia jakiegoś błędu w trakcie kompletowania systemu. Nierzadko spotykana niekompetencja sprzedawców tym bardziej zniechęca. Dlatego pomysł firmy JBL – „wszystko w jednym", rozwiązujący wszystkie te problemy, jest wart wyróżnienia. Oczywiście, nie mamy tu do czynienia z najwyższej klasy urządzeniami, ale z wygodnym i funkcjonalnym pakietem urządzeń audio kina domowego dla średnio wymagających. Wzmacniacz i dekoder Dolby Pro-Logic umieszczono w obudowie subwoofera (głośnika przetwarzającego najniższe częstotliwości, obowiązkowego w systemach kina domowego), system głośników tworzy pięć miniaturowych układów dwudrożnych. Wszystkie funkcje obsługuje miniaturowy pilot.

Andrzej Kisiel

SKRZYNKA PORAD

W TEJ RUBRYCE PRZEDSTAWIANE SĄ KRÓTKIE ODPOWIEDZI NA PYTANIA NADSYŁANE DO REDAKCJI. SĄ TO SPRAWY, KTÓRE NASZYM ZDANIEM ZAINTERESUJĄ SZERSZE GRONO CZYTELNIKÓW. JEDNOCZEŚNIE INFORMUJEMY, ŻE REDAKCJA NIE JEST W STANIE ODPOWIEDZIEĆ NA WSZYSTKIE NADSYŁANE PYTANIA, DOTYCZĄCE RÓŻNYCH DROBNYCH SZCZEGÓŁÓW

Jakie są odpowiedniki tranzystorów 2N2222 i 2N2907 z zestawu edukacyjnego Elektronika 200?

Tranzystory 2N2222 oraz 2N2907 są jednymi z najpopularniejszych tranzystorów małej mocy. Nie trzeba szukać specjalnych odpowiedników, można zastosować dowolne tranzystory npn i pnp o wzmocnieniu powyżej 100.
Tranzystor 2N2222 jest tranzystorem npn i w układach zasilanych napięciem do 25V można go zastąpić na przykład tranzystorami BC547, BC548, czy BC549 z dowolną literką na końcu lub bez literki. Starsze krajowe zamienniki to BC107, 108, 109, 237, 238, 239, ewentualnie BC527, 528.
Zamiast tranzystora 2N2907 można zastosować dowolny tranzystor pnp małej mocy, np. BC557, 558 czy 559. Z krajowych wyrobów dawnej CEMI można wykorzystać BC177, 178, 179, 307, 308 czy 309.
Problem odpowiedników tranzystorów zagranicznych powraca co jakiś czas w listach kierowanych do redakcji.
Ogólnie rzecz biorąc, tylko w przypadku tranzystorów wysokiej częstotliwości, oraz tranzystorów większej mocy, pracujących przy dużych prądach czy wysokich napięciach w różnych fabrycznych urządzeniach trzeba szukać ściślejszych odpowiedników.
W przypadku układów amatorskich, gdzie występują tranzystory małej mocy, pracujące przy napięciach do 20V i prądach do kilku... kilkunastu miliamperów, nie trzeba szukać ścisłych odpowiedników. Wystarczy zastosować jakiekolwiek tranzystory krzemowe małej mocy w obudowie plastikowej lub metalowej. Jedynym warunkiem jest zgodność typu tranzystora: pnp, albo npn.

Czym różni się układ TLC555C od układu NE555?

Kostka TLC555C jest wykonana w technologii CMOS. Jej wyprowadzenia i funkcje są takie same, jak kostki NE555, różnica polega jedynie na tym, że układ TLC555 pobiera znacznie mniej prądu i zwykle jest stosowany w urządzeniach zasilanych z baterii. Zastąpienie układu TLC555C układem NE555 w ogromnej większości przypadków jest możliwe bez zmian wartości współpracujących elementów.

Do czego można wykorzystać stare transformatory TWOP z telewizora i transformatory głośnikowe TG?

Na pewno nie są to transformatory sieciowe i nie można ich stosować do zasilacza. Teoretycznie można wykorzystać ich rdzenie do samodzielnego wykonania transformatora sieciowego, ale naszym zdaniem szkoda na to czasu – lepiej kupić gotowy transformator.
W sumie transformatory takie bardzo rzadko przydają się w warsztacie amatora.

Dlaczego nie zamieszczacie opisu oscyloskopu wykorzystującego odbiornik telewizyjny?

Pytanie to wciąż powraca w licznych listach. Jak już wspominaliśmy, budowa prostej przystawki nie ma większego sensu.
Przed laty, chyba w Młodym Techniku przedstawiono opis urządzenia rzekomo zamieniającego telewizor w oscyloskop. Do dziś powołujecie się na tę publikację – tymczasem my w redakcji EdW nie znamy nikogo, kto wykonałby i wykorzystywałby taką przystawkę.
Przyczyn jest kilka. Przede wszystkim taki „oscyloskop" miałby tylko jedną, ustalona prędkość podstawy czasu. Przebieg podstawy czasu miałby mniej więcej 20ms – tyle bowiem wynosi czas trwania jednego półobrazu. Już to dyskwalifikuje taki „oscyloskop" – każdy, kto choć raz posługiwał się prawdziwym oscyloskopem wie, że w praktyce zmiana prędkości podstawy czasy jest absolutnie niezbędna.
Żeby oscyloskop rzeczywiście spełniał swoją rolę musi mieć także obwody synchronizacji i wyzwalania – w przystawce do telewizora byłoby to bardzo trudne, wręcz niemożliwe do zrealizowania. Ponadto przystawka musiałaby mieć jakiś regulowany tłumik na wejściu, by możliwa była obserwacja przebiegów o różnych amplitudach.
W sumie nakład pracy i kosztów byłby zupełnie niewspółmierny do uzyskanego efektu i praktycznej przydatności.
O ile budowa prostej przystawki może być traktowana jako zabawa, o tyle istnieje możliwość budowy swego rodzaju oscyloskopu o dobrych parametrach, wykorzystującego odbiornik telewizyjny do zobrazowania przebiegów.
Taka konstrukcja byłaby jednak dość droga i skomplikowana. Musiałaby zawierać wzmacniacze i tłumiki wejściowe, szybki przetwornik analogowo-cyfrowy, mikroprocesor, pamięć RAM, przetworniki cyfrowo-analogowe oraz specjalizowany układ do generowania obrazu telewizyjnego.
Stopień trudności w wykonaniu takiego urządzenia, oraz jego koszty wskazują, że jest to zadanie dla zaawansowanego elektronika, przekraczające umiejętności wielu Czytelników EdW. Dlatego w przewidywalnym czasie nie planujemy publikacji na ten temat.
Trzeba pozbyć się złudzeń – samodzielna budowa miernika uniwersalnego i oscyloskopu nie ma sensu. Te dwa urządzenia trzeba zakupić – natomiast resztę przyrządów pomiarowych rzeczywiście można i warto wykonać we własnym zakresie.

W jednym z artykułów EdW podane było, że należy użyć kabla o oporności 50Ω. Wydaje mi się, że kabel powinien mieć jak najmniejszą oporność! Skąd te 50Ω?

Wątpliwości tego typu dość często pojawiają się w redakcyjnej poczcie. Na domiar złego amatorzy, którzy spróbują zmierzyć 50-omowy kabel omomierzem, przekonają się, że jego oporność (rezystancja) zależy od długości kabla, ale nawet przy długości kilkunastu metrów kabel ma rezystancję poniżej 1Ω!
W jednym z poprzednich Listów od Piotra omówiona była sprawa uproszczeń i przybliżeń stosowanych w elektronicznej praktyce. Wspomniana rezystancja charakterystyczna kabla (50, 75 lub 300Ω) jest tak zwaną rezystancją falową i dotyczy wysokich częstotliwości rzędu dziesiątek i setek megaherców. Dopiero przy takich częstotliwościach daje ona o sobie znać.
Problem rezystancji charakterystycznej (falowej) kabla jest dość skomplikowany. Najogólniej rzecz biorąc chodzi o przekazywanie energii i związane z tym straty. Okazuje się, że prąd wysokiej częstotliwości przepływający przez kabel zachowuje się dziwnie: może się (całkowicie lub częściowo) odbijać od końca tego kabla!
Dla niektórych czytelników może to się wydać niepojęte, ale tak jest naprawdę! Część energii odbija się od końca kabla (ściślej mówiąc od wszelkich nieciągłości rezystancji). Jeśli rezystancje „zamykające" kabel z obu stron będą różne od jego rezystancji falowej, wtedy wystąpią wspomniane odbicia i przez kabel nie można przesłać całej dostępnej energii.
Nie wchodząc w szczegóły można stwierdzić, że przebieg bardzo wysokiej częstotliwości, przechodzący przez kabel nie będzie się odbijał (czyli nie wystąpią szkodliwe efekty) tylko wtedy, gdy kabel ten z obu stron będzie zamknięty rezystancją równą rezystancji charakterystycznej kabla. Miarą niedopasowania oporności falowych jest tak zwany współczynnik fali stojącej (WFS).
Dotyczy to na przykład anten nadawczych – kabel jest zamknięty z jednej strony opornością wyjściową nadajnika, a z drugiej strony opornością anteny (znów chodzi o oporność anteny dla danej, wysokiej częstotliwości).
Brak dopasowania falowego kabla antenowego spowoduje, że tylko część mocy, jaką dysponuje nadajnik, uda się doprowadzić do anteny – reszta będzie się odbijać od niedopasowanego końca kabla i będzie to moc niewykorzystana, a nawet stracona.
Podobnie jest w przypadku anteny odbiorczej, np. telewizyjnej. W instalacjach antenowych stosuje się powszechnie kable koncentryczne (okrągłe, podobne do ekranowanych) o rezystancji falowej 75Ω. Dawniej stosowano dwużyłowy, płaski kabel symetryczny o rezystancji falowej 300Ω. Okrągłe wejście antenowe odbiornika ma oporność (falową dla wysokich częstotliwości) równą 75Ω. Natomiast typowa antena telewizyjna ma oporność wyjściową większą niż 75Ω – zwykle 300Ω. Aby dopasować te oporności stosuje się układy dopasowujące, zwane potocznie symetryzatorami. Jak się nietrudno domyślić, przy wykorzystaniu okrągłego kabla koncentrycznego (75Ω), symetryzator musi być umieszczony przy antenie, a w przypadku płaskiego kabla symetrycznego – przy odbiorniku.
Z podanych informacji wynika też, że nie powinno się bezpośrednio, jak mówią elektronicy – „na żywca" rozgałęziać przewodu antenowego. Jeśli sygnał z anteny trzeba podać na dwa odbiorniki, to w miejscu rozwidlenia trzeba zastosować rozgałęziacz, który zapewni wzajemne dopasowanie wszystkich trzech (lub więcej) kabli.

W rubryce „Poczta" zamieszczamy fragmenty Waszych listów oraz nasze odpowiedzi na pytania i propozycje. Elektronika dla Wszystkich to nasze wspólne pismo i przez tę rubrykę chcemy zapewnić jak najbardziej żywy kontakt redakcji z Czytelnikami. Prosimy o listy z oczekiwaniami w stosunku do nas, z propozycjami tematów do opracowania, ze swoimi problemami i pytaniami. Postaramy się w miarę możliwości spełnić Wasze oczekiwania.

Specjalną częścią „Poczty" jest kącik tropicieli chochlika drukarskiego „Errare humanum est". Wśród Czytelników, którzy nadeślą przykłady błędów, będą co miesiąc losowane nagrody w postaci kitów z serii AVT-2000.
Piszcie więc do nas, bardzo cenimy wasze listy, choć nie na wszystkie możemy szczegółowo odpowiedzieć.
Jest to nasza wspólna rubryka, dlatego będziemy się do Was zwracać po imieniu, bez względu na wiek.

Pozdrawiamy: Jacka Tryczyńskiego z Leżajska, Macieja Sochaczewskiego z Chełmc, Radosława Koppela z Gliwic, Jerzego Domżała z Oświęcimia, Łukasza Chlebickiego z Rudy Śl, Pawła Niedźwiedzkiego z Wiechlic, Pawła Korejwo z Jaworzna, Andrzeja Hoć z Głogowa, Stanisława Borunia z Chrzanowa i Wiesława Kasperowicza z Pruszcza Gdańskiego.

Uwagi do rubryki Errare humanum est przysłali ostatnio: Dominik Mateszew z Krakowa, Arkadiusz Miśkiewicz ze Starachowic, Michał Grzemski z Grudziądza, Mariusz Ratyna z Lublina, Leszek Mroziński z Bydgoszczy, Jakub Torenc z Poznania, Damian Tendera z Radostowic, Paweł Bajurko z Warszawy i jak zwykle Marcin Wiązania z Gacek.
Nagrodę otrzymuje **Paweł Bajurko**.

- W związku okresem wakacyjno-urlopowym wystąpiły pewne opóźnienia w wysyłce nagród i upominków. Wszystkich zainteresowanych serdecznie przepraszamy.

- Nadchodzą listy z podziękowaniami za zamieszczenie dwuczęściowego artykułu pt.: „Mój pierwszy wzmacniacz". Wielu Czytelników już teraz, na gorąco, informuje, że osobiście zainteresowali kogoś elektroniką właśnie przy pomocy tego artykułu. Pomyślcie, kogo jeszcze chcielibyście zarazić tym bakcylem.

  Od tego numeru *Elektronika dla Wszystkich* zawierać będzie oddzielną część poświęconą elektronice użytkowej, czyli fabrycznym wyrobom, służącym nam na codzień. Takie informacje niewątpliwie zainteresują wielu waszych znajomych, zarówno młodych jak i starszych. Właściwie wszystkich tych, którzy może nie zamierzają samodzielnie budować układów elektronicznych, ale chcieliby wiedzieć co nowego w tej dziedzinie dzieje się na świecie i w kraju, i chcieliby nadążać za gwałtownym rozwojem elektroniki użytkowej. Nie zapomnijcie poinformować wszystkich niepraktykujących, ale „podejrzanych" o zainteresowania elektroniczne, że od tego numeru w każdym wydaniu EdW niewątpliwie znajdą coś ciekawego dla siebie.

- Napłynęło sporo listów dotyczących powołania ogólnokrajowego Klubu Wiernego Czytelnika EdW. Oprócz idei zasygnalizowanej przez Redakcję, nadesłaliście kilka innych, oryginalnych pomysłów.
  Na przykład **Maciej Sochaczewski** z Chełmc proponuje przeznaczenie nawet całej jednej strony na publikację imion i nazwisk członków Klubu. Idea godna uwagi! Zdecydowani jesteśmy zacząć publikację listy WIERNYCH CZYTELNIKÓW EdW. Gotowi bylibyśmy coś takiego wprowadzić, ale nie tylko dlatego, byście mogli wreszcie zobaczyć swoje nazwisko w naszym wspólnym czasopiśmie. Chodziłoby o to, byście się wzajemnie poznali. Osoba zgłaszająca się do naszego klubu powinna być gotowa do wymiany korespondencji z innymi klubowiczami. Dlatego oprócz imienia i nazwiska, podany byłby także wiek, dokładny adres (telefon) oraz krótko zainteresowania elektroniczne (np. technika cyfrowa, analogowa, mikroprocesory, wykorzystanie komputera PC, Amigi, Commodore, układy audio, wideo, telekomunikacja, itp.) oraz zainteresowania pozaelektroniczne. Potrzebna byłaby także informacja o stopniu zaawansowania (np. początkujący, średnio zaawansowany, z kilkuletnią praktyką, uważający się za eksperta). Moglibyście w ten sposób nawiązać kontakty z rówieśnikami z całego kraju o podobnych zainteresowaniach. Z czasem rubryka mogłaby się zmieniać, w zależności od sytuacji.
  Natomiast **Grzegorz Kaczmarek** z Opola napisał w swoim liście: *(...) chodzi o to, by do każdego z następnych numerów dokładać, tak jak w pismach młodzieżowych, jeden plakat. Byłyby to wizerunki różnych podzespołów elektronicznych w formacie 4xA4 do powieszenia na ścianie. Pod każdym z wizerunków mogłaby być krótka wzmianka o wynalazcy i kilka innych danych. Wytapetowanie swojego elektronicznego imperium tego typu plakatami nadałoby mu smaku i większej wartości.*
  Mam nadzieję, że pomysł kiedyś się przyjmie, z czego byłbym ja i moi koledzy, bardzo zadowolony i wdzięczny. (...)
  Grzegorz za swą oryginalną propozycję otrzymuje katalog Motoroli – układy cyfrowe. Pomysł jest na pewno interesujący, ale też kontro-

Moduły Peltiera ufundowane przez firmę

SEMICON
ul. Piękna 3a
00-539 Warszawa
tel. (0-22) 621-50-21, 625-08-65

otrzymują:
Marcin Biernat – Rozalin
Patryk Sielski – Sopot
Janusz Mika – Kraków
Marek Loretz – Warszawa
Stefan Wielecki – Bytom

Przypominamy, że do zasilania elementów Peltiera należy stosować dobrze filtrowane napięcie stałe, a nie przebieg impulsowy PWM, co proponuje część Czytelników biorących udział w konkursie. Tętnienia napięcia nie powinny być większe niż 5%, ale też niepotrzebna jest przesada i stosowanie jakichś wyrafinowanych układów filtracji napięcia zasilającego.

wersyjny – co o tym sądzicie? Czy rzeczywiście takie plakaty miałyby rację bytu? Co powinny zawierać (pomysł z fotografiami podzespołów chyba nie jest najszczęśliwszy)? Wypowiedzcie się na ten temat, oraz na temat proponowanej wcześniej listy. Czekamy więc na dalsze głosy w sprawie Klubu Wiernego Czytelnika i na kolejne interesujące propozycje.

- Czasami otrzymujemy listy, od których włosy jeżą się na głowie. Oto fragment jednego z nich (zachowano oryginalną pisownię): *Czy moglibyście udzielić odpowiedzi na temat wzmacniacza 100-watowego?*
Po podłączeniu wszystkich elementów mógłbym podłączyć wzmacniacz do sieci pod 220V. Jak nie mógłbym podłączyć to jakie urządzenie będzie potrzebne i w jakiej cenie lub czy jest w zestawie AVT-2153.
I jeszcze chciałbym się zapytać do czego służy radiator i w jakiej jest cenie.
Dziękuję

Włosy jeżą się nie dlatego, że młody Autor tego listu popełnił kilka błędów w pisowni, i że nie wie, co to jest radiator (o radiatorze przeczyta w następnej Skrzynce Porad). Przerażenie budzi jego gotowość dołączenia wzmacniacza wprost do sieci 220V!
Szanowni Czytelnicy EdW, starsi i młodsi! Poziom trudności artykułów i projektów w naszym piśmie jest zróżnicowany. Zupełnie początkujący w żadnym wypadku nie powinni brać się za budowę układów, których działania nie rozumieją, a które to układy nierzadko zasilane są z sieci przy pomocy transformatorowego lub beztransformatorowego zasilacza.

MOTOROLA

Katalog Motoroli – układy cyfrowe otrzymuje

Grzegorz Kaczmarek z Opola.

Natomiast *Master Selection Guide*:

Marcin Biernat z Rozalina.

Początkujący niewątpliwie powinni zacząć od prostych układów, które są zasilane z baterii lub fabrycznego zasilacza sieciowego. Dopiero nabranie pewnej wprawy i doświadczenia umożliwi osiągnięcie sukcesu przy budowie bardziej skomplikowanych układów, takich jak na przykład wspomniany wzmacniacz 100-watowy AVT-2153.
Po raz kolejny przypominamy, że każdy układ bardzo dobrze prezentuje się na papierze, ale przy praktycznej realizacji bardzo często pojawiają się liczne nieprzewidziane trudności.

Próba zbudowania bardziej złożonego układu przez zupełnego „żółtodzioba" niewątpliwie zakończy się klęską, a tym samym zniechęci go do dalszego praktycznego zainteresowania elektroniką. W dobrze pojętym, własnym interesie, początkujący powinni zaczynać od układów najprostszych. Takie układy będą działać i ich działanie przyniesie dużo radości i satysfakcji.

Errare Humanum Est

W EdW 8 / 97 grubych błędów nie było. Najbardziej martwi nas to, że cztery drobne, ale jednak błędy, pojawiły się w artykule dla zupełnie początkujących. Bardzo prosimy o wprowadzenie następujących poprawek:

- str. 48 rys 1a Dolny potencjometr P1 powinien mieć oznaczenie P2
- str. 48 rys 1a Głośnik ma oczywiście oporność równą 8Ω, a nie 8W
- str. 48 rys 1a napięcie na rezystorze R10 powinno wynosić 0...100mV, a nie 0...100V
- str. 50 rys 6d, 6e Druga bramka NAND ma wyjście numer 11 (nóżka 14 to plus zasilania – VDD)

Inne błędy można było skorygować na podstawie całości materiału:

- str. 9 Rezystor R1 może mieć wartość 8,2...10kΩ
- str. 14 rys 4 Zamiast AVT-2244 powinno być AVT-2146
- str. 32 rys 50b Powinny być narysowane bramki NOR (4001), a nie NAND.
- str. 33 rys 51 Aby uzyskać zgodność z tekstem, należy zamienić miejscami rysunki 51c i 51d.
- str. 65 rys 4 i spis elem. Układ będzie pracował z rezystorami R1-R12 w zakresie 2,2kΩ...100kΩ
- str. 67 rys 1 i spis elem. Układ będzie pracował z potencjometrem PR1 o wartości 100kΩ...1MΩ; zmieni się tylko zakres regulacji